LUFT.

Literatur.

24) J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 511—524 (1909).

25) J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 1077—1100 (1909).

26) L. Ciechowski, Die Absorptionsspektren einiger verflüssigter Gase im Ultraviolett. Dissert. Freiburg i. Schweiz 1910, 86 pp. Absorption.

27) J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.

28) Gordon S. Fulcher, The production of light by cathode rays. Astroph. J. 34 p. 388—396 (1911).

29) G. J. Elias, Anormale magnetische Drehungsdispersion und selektive Absorption. Ann. d. Phys. (4) 35 p. 299—346 (1911). Absorption.

30) G. A. Hemsalech, Sur le spectre de lignes de l'air donné par l'étincelle de self-induction. C. R. 152 p. 1007—1009 (1911).

31) G. A. Hemsalech, Sur le spectre de l'air donné par la décharge initiale de l'étincelle de self-induction. C. R. 152 p. 1471—1474 (1911).

32) M. Aretz, Über den langwelligen Teil des Kupferfunken- und Kupferbogen-Spektrums. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 9 p. 286—296 (1911).

33) F. L. Wagner, Das ultraviolette Funkenspektrum der Luft. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 69—80 (1911).

34) F. J. Kasper, Messungen am Silberspektrum. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 53—62 (1912).

35) O. Schulemann, Das Funkenspektrum des Indiums. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 263—280 (1912).

36) Sir W. N. Hartley, and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements producing these lines, in spectra of the oxyhydrogen flame and spark. Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).

37) F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Band III. Leipzig und Wien bei Deuticke. 1912. p. 2—3.

38) H. Schippers, Messungen am Antimonspektrum. Dissert. Bonn 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 11 p. 235—258 (1912).

39) J. Scharbach, Über die Goldsteinsche Methode zur Darstellung der „Grundspektra" und über die Spektra der Luft, des Stickstoffs und Sauerstoffs in Geißlerröhren. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 145—206 (1913).

40) G. S. Fulcher, Spectra of low potential discharges in air and hydrogen. Physik. Zs. 13 p. 1137—1142 (1912). Astrophys. J. 37 p. 60—71 (1913).

41) R. W. Lawson, The spectra of high-frequency discharge in Geissler tubes. Phil. Mag. (6) 26 p. 966—981 (1913).

42) A. Nacken, Über Messungen im Magnesiumspektrum nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 54—64 (1913).

43) R. Grünter, Das Bogen- und Funkenspektrum von Aluminium in I. A. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 1—19 (1914).

44) F. Klein, Das Bogen- und Funkenspektrum von Blei in I. A. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 16—30 (1913).

45. O. Holtz, Messungen im Bogen- und Funkenspektrum des Calciums nach den internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 101—122. 1913.
46. K. Hasbach, Das Bogen- und Funkenspektrum des Kupfers nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1914. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 399—420. 1914.
47. J. Frings, Das Bogen- und Funkenspektrum des Silbers nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1914. Zs. f. wiss. Photogr. 15 p. 165—182. 1915.
48. P. W. Merrill, Note on the air lines in spark spectra from λ 5927 to λ 8719. Astrophys. J. 51 p. 236—243. 1920.
49. P. W. Merrill, F. L. Hopper, Clyde R. Keith, Identification of air lines in spark spectra from λ 5927 to λ 8683. Astrophys. J. 54 p. 76—77. 1921.

Das Spektrum, welches man bei allen Untersuchungen von Metallfunkenspektren in Luft als lästige Beigabe erhält, das Funkenspektrum der Luft, ist im letzten Jahrzehnt in vielen Abhandlungen mehr oder weniger eingehend untersucht worden. Wenn die Angaben auch dadurch erheblich zuverlässiger geworden sind, so ist doch noch immer die Unsicherheit sehr groß. Erstens schwanken wegen der großen Unschärfe der Linien, — sie erreichen mehr als 10 A.E. Breite, — die Wellenlängen sehr stark, so daß im allgemeinen nur die Zehntel gesichert erscheinen, bei manchen Linien aber nicht einmal 5 Zehntel. Schlimmer aber ist, daß bei sehr vielen Linien die Zugehörigkeit zur Luft unsicher ist. Es scheint, daß je nach dem benutzten Metall die Intensitäten der Linien stark variieren. So erhält z. B. eine Liniengruppe zwischen 4630 und 4638 die Intensitätsbezeichnungen: Eder und Valenta [25]: 5, 4, 8, 2, 2, 6, 5, 3, 2; Exner und Haschek [30]: 2, 2, 2, 1, 2, 5, 5, 3, 2; Schulemann [84]: 4, 3, 5, 1, 2, 6, 6, 3, 6; Frings [47]: 2, 2, 3, 0, 1, 4, 3, 3, 2. Charakteristisch sind auch die Angaben von Wagner [88], welcher Funken zwischen Elektroden aus Cu, Ag, Al vergleicht. — Fast jeder Beobachter führt einige Linien ganz allein an; wenn ungefähr an der Stelle eine Linie von O, N oder A liegt, so ist man aus diesem Grunde nie berechtigt, die Linie für eine Metalllinie zu erklären, sondern es ist immer möglich, daß es sich wirklich um eine Luftlinie handelt. Auch ein Vergleich mit den — übrigens auch noch sehr unvollkommenen — Tabellen für O und N führt nicht zum Ziel. Es zeigt sich, daß die im Geißlerrohr, also bei kleinem Druck erhaltenen Intensitäten vielfach ganz andere sind, so daß manche sehr starke Linien des Geißlerrohres von keinem einzigen Beobachter des Luftfunkens gesehen worden sind. Daß auch die Wellenlängen schlecht übereinstimmen, ist vorauszusehen; die Verbreiterungen sind ja meist unsymmetrisch und zwar stärker nach Rot, so daß die Luftfunkenlinien meist größere Wellenlänge haben; in gleichem Sinne wirkt Druckverschiebung. Man vergleiche z. B. die Tabelle bei Merrill [48]. Ein letzter Grund für die Unsicherheit ist der, daß die Elektroden manchmal ganz unerwartete Verunreinigungen besitzen, deren Linien dann wegen der Ungenauigkeit der Wellenlängenbestimmung nicht mit Sicherheit erkannt werden können.

So hinterläßt die ganze Tabelle ein unangenehmes Gefühl der Unsicherheit, wenn auch die Mehrzahl der Linien gesichert ist. Für die nun aufzu-

stellende Tabelle sind die Angaben von Eder und Valenta [24, 25], von Exner und Haschek [36], und von Frost und Adams [21] aus dem Rowlandschen System in das internationale umgerechnet nach der Korrektionstabelle in Bd. VI p. 891. Die Unsicherheit der Korrektur spielt bei der Ungenauigkeit der Messungen keine Rolle. Alle übrigen Angaben sind direkt in J. A. gemacht. — Eder und Valenta [27, p. 85] geben eine vollständige Tabelle der Luftlinien, größtenteils nach fremden Beobachtungen; allein sie nehmen darin auch Beobachtungen in Geißlerröhren auf. Das scheint mir unberechtigt. In der Tat enthält ihre Tabelle viele Linien, die von keinem einzigen Beobachter im Funkenspektrum bei Atmosphärendruck beobachtet worden sind, also zu streichen sind.

In der folgenden Tabelle sind nicht alle Messungen aufgeführt; Schippers [38], Grünter [43], Klein [44], Holtz [45], Hasbach [46] haben nur einzelne wenige Linien gemessen. Dagegen habe ich die Zahlen von Frost und Adams [21], die im Band V nicht aufgeführt waren, hinzugenommen, da sie besonders zuverlässig scheinen. — Der chemische Ursprung ist hinzugefügt, soweit er von den Autoren angegeben wird. — Ich habe in der Tabelle auch Mittelwerte angegeben, die unter kritischer Berücksichtigung der Beobachtungen ausgerechnet sind.

Für längere Wellenlängen als λ 6610 liegen nur Messungen von Merrill [48, 49] vor; sie seien vorausgeschickt.

	Intensität	Ursprung		Intensität	Ursprung		Intensität	Ursprung
8719.2	00		8200.72	1		7442.50	10	
8712.00	0		8188.42	1		7432.9	0	
8703.8	00		8186.26	1		7424.04	8	
8692	00		7952.3	2	O	7384.63	1	A
8686.41	0		7951.10	3	O	7157.30	9	O?
8683.70	1		7947.83	4	O	7067.6	0	A
8680.68	2		7775.60	6	O	6965.95	1	A
8630.02	0		7774.23	7	O	6900	1	
8504	00		7772.07	10	O	6887.61	1	
8446.81	5	O	7685.70	1	A	6864	00	
8242.80	4		7515.16	0	A	6811.9	0	
8230.20	0	O	7506.84	0	A	6721.25	1	
8223.48	4		7479	–	O	6654.78	2	
8216.72	7		7468.72	14	O?	6640.7	0	
8211.12	2		7458.7	0				

	Eder u. Valenta		Exner u. Haschek		Merrill		Aretz		Kasper		Schulemann		Scharbach		Ursprung	Mittel
6610	21	9	45	1	30	8	42	1	53	1	58	6			N	6610.4
6563	2.74	10			5	12	03	1	18	1	76	1			H	6563.2
6482	0.8	10	07	2	06	7	01	2	34	1	04	5			N	6482.0
56															O	6456
6379	0.43	1			62	3			9	0	94	2			N	6379.3
70	3		5	1	92	0									?	70.7
58			—		18	0									N	58.1
41	—				5										N	41.5
6284					22	1					40	1			N	6284.8
6171	0.8	1	5	1	0	8			—						O	6171.0
60	—				72	1									?	60.7
58	—		—						—						O	58.0
5952	40	2	4	1	38	4	53	4			09	2			N	5952.4
41	39	10	7	10	54	11	83	2	1	3	86	6			N	41.6
40	12	2	5	2			83	0	81	1					N	40.5
31	50	10	83	5	78	7	98	2	80	2	2.08	5			N	31.8
27	75	5	83	3	83	5	95	1	8 —	0	8.06	3			N	27.8
5767	44	2	38	1			—		7	0	74	2			N	5767.4
47	27	4	25	1			68	0	7	0	76	1			N	47.5
30	62	2	5	1					0	0	88	2			N	30.6
10	59	2	67	2			78	2	79	1	73	5			N	10.7
5686	18	1/2	18	5			26	2	20	1	26	6			N	5686.2 [1]
79	44	10	48	20			52	5	50	3	48	7	9	4	N	79.5
76	95	3	93	5			98	2	6.01	1	96	6	6.	1	N	76.9
66	53	5	50	10			87	4	58?	2	55	7	7.	2	N	66.6
45	65	1							6?	1	4.66	7			N	45.6
5592							—		2.—	0	58	1	—		U	5592.3
66			3	1			—		—		5.44	1	—		N	66
52	00	8	1.86	1			—		2.	0	17	*3	—		N	52.0
48	47	3	—				—		3	0	84	2	—		N	48.4
35	25	6	18	2			51	1	5	0	18	5	—		N	35.2
30	11	4	08	2					0	0	45	4	—		N	30.2
26	17	2	11	1			—		5	0	45	2	—		N	26.2
5495	72	4	69	2			6.21	0	7	1	80	3			N	5495.7
80	10	3	07	1			—		9.64	1	25	1			N	80.1
78	10	2	—				—		—						N	78.1
62	61	1	—								3.08	1			N	62.8
54	17	4	20	1			—		—		3.74	1			N	54.1
52	06	2	17	1											N	52.1
32	—		14	1											N?	32.1 [2]
11	50	2	—				—						—		N	11.5
5356	45	1/2	—				—		—				—		N	5356.4 [3]
51	19	2	—				—						—		N	51.2
41	21	1					—		—		—		—		N	41.2
38	78	1	—				—		—		—		—		N	38.7
28	59	1/2	—				—		—		—		—		N	28.6
25	06	1/2	—				—		—		—		—		O	25.1
20	57	2	—				—		—		—		83	2	N	20.5

1) Scharbach gibt noch 5697.58 (1), 5688.80 (9).
2) Diese Linie findet auch Hasbach: 5432.94 (1).
3) Kasper gibt noch 5400.9 (1).

schwinden auch sie. Hemsalech nennt diese Linien: zweites Linienspektrum der Luft. Es ist namentlich kräftig mit Elektroden von Cu und Ag, schwächer mit Fe. Dieses Spektrum tritt nur in den Oscillationen auf, also in ionisierter Luft, während das gewöhnliche Luftspektrum in der Anfangsentladung, also in nicht ionisierter Luft sichtbar sei. Er gibt für das Spektrum folgende Tabelle:

6727	2	6442	1	5310.0	1	4661.2	1	4151.9	5 N
6656	2	6157	5 O	5293.2	2	4651.6	2	4143.8	3
6648	3	6009	2	5281.7	2 N	4474.6	1 N	4137.8	2 N
6563	10 H	6000	1	4934.7	1 N	4469.4	1 N	3947.6	2 O
6485	5	5356.9	1 N	4914.3	1 N	4398.5	4 O		
6458	3 O	5329.0	2 N	4670.8	3	4356.4	1 N		

In der zweiten Arbeit [31] wird hinzugefügt, daß diese Linien gegenüber den Stickstoffbanden namentlich in längeren Funken dominieren.

Hartley und Moss [36] suchen die charakteristischen Linien in Funkenspektren auf. Mit sehr wenigen Funken treten in der Photographie zuerst die Linien 4085 und 3995 auf, die beide zu N gehören, aber nur bei einzelnen Metallen, während sie bei andern gänzlich fehlen, auch bei einer größeren Anzahl von Funken.

Die Arbeiten von Ciechowski [20] und Elias [29] behandeln Absorption durch flüssige Luft. Obgleich sie also eigentlich nicht hierher gehören, seien sie erwähnt. Elias sieht Banden bei 5804—5700, 5343, 4776; Ciechowski findet Banden im Ultraviolett, die von O herrühren und besser in reinem verflüssigten O auftreten. Er gibt 3825—3800, 3625—3600, 3450—3430, 2875 bis 2830, 2808—2777, 2767—2760, 27.2—2719, 2700—2670, 2655—2625, 2610 bis 2585, 2571—2540, 2518, 2490.

BLITZSPEKTRUM.

Zu den in Band V gesammelten Angaben ist noch hinzuzufügen, daß Gladstone (On the emission and absorption of rays of light by certain gases. Rep. Brit. Ass. 1861. Not and Abstr. p. 78) meint, das Spektrum sei kontinuierlich, vielleicht sei eine Linie vorhanden. — Grandeau soll in seinem mir nicht zugänglichen Buche: Instruction pratique sur l'analyse spectrale. Paris bei Mallet-Bachelier 1863 angeben, die Linien des Blitzspektrums seien solche von N, H, Na. So wird in einem Referat in Chem. News 9 p. 66 berichtet.

SPEKTRUM DES NORDLICHTS.

Literatur.

102. L. Vegard, Photographische Aufnahmen des Nordlichtspektrums mit einem Spektrographen von großer Dispersion. Physik. Zs. 14 p. 677—681. 1913.

103. L. Vegard, Bericht über die neuen Untersuchungen am Nordlicht. Jahrb. d. Radioakt. 14 p. 383—465 (1917).

104. J. Stark, Das Nordlichtspektrum ein Spektrum positiver Strahlen. Ann. d. Physik. (4) 54 p. 598—614. 1917.

105. V. M. Slipher, On the general auroral illumination of the sky and the wavelength of the chief aurora line. Astrophys. J. 49 p. 266—275 (1919).

106. Lord Rayleigh, The aurora line in the spectrum of the night sky. Proc. Roy. Soc. A 100 p. 367—378. 1921.

Slipher [105] mißt die Nordlichtlinie zu 5578.0, wie es scheint, sehr genau. Lord Rayleigh [106] hält die Messung für richtig.

Vegard [102] mißt erst okular die Nordlichtlinie. Bei Anschluß an einige Heliumlinien erhält er als Wellenlänge 5570.9, bei Anschluß an einige Linien des zweiten Wasserstoffspektrums: 5573.7. Er sieht noch zwei Linien bei 5271.5 und 4708.3 und einige schwächere nicht meßbare. In bezug auf die Hauptlinie ist folgendes zu bemerken: er sagt, er habe bei der zweiten Messung die Wasserstofflinien 5536, 5598, 5610 zur Eichung des Spektroskops benutzt. Diese Zahlen stammen von Hasselberg (1883). Nimmt man die wohl wesentlich zuverlässigeren von Watson (1909), so fehlt bei diesem die erste Linie, die andern lauten 5600.65 und 5612.77, sie sind im Durchschnitt 2 A größer, also würde auch die Nordlichtlinie 5575.7 werden. Vegard macht ferner photographische Aufnahmen, die zwischen einigen Stunden und mehreren Wochen dauern. Die vier Platten ergeben folgendes:

Platte 1:	—			4278.0			
2:	—	4707.9	4648.4	4277.95	4234.2	4200.3	3915.2
3:	—	4708.1	4645.1	4278			
4:	5571.3	—	—	—			
Mittel	5571.3	4708.0	4646.8	4278.0	4234.2	4200.3	3914.6

Die zweite, vierte und letzte Linie sind am stärksten, und sie erscheinen zum Teil nach kürzeren Wellenlängen abschattiert, als Bandenköpfe.

Nun zeigt Stickstoff bekanntlich sogenannte negative Banden (vergl. Bd. V p. 834), deren stärkste nach Violett abschattierte Kanten liegen bei etwa 4708,2; 4651,2; 4278,0; 4236,3; 4200,0; 3914,5.

Es dürfte also nicht der geringste Zweifel bleiben, daß Vegard im wesentlichen diese Banden erhalten hat, daneben die Nordlichtlinie. Diese Überzeugung wird erheblich gestärkt durch die veröffentlichten Photographien des Nordlichtspektrums und daneben der negativen Banden. Die Dispersion betrug in der Gegend von 4800 etwa 10 A.E. pro mm; Vegard schätzt den möglichen Fehler bei den stärkeren Linien auf höchstens 0,5 A, bei der Nordlichtlinie mag er etwas größer sein.

Diese Banden werden in Stickstoff oder Luft sowohl durch das Glimmlicht, wie durch Kanal- und Kathodenstrahlen erzeugt. Vegard hat also Recht, wenn er schließt (103), das Nordlichtspektrum sei im wesentlichen „das durch elektrische Strahlen angeregte Stickstoffspektrum". Aber ob es sich um Anregung durch α-Teilchen oder durch Elektronen handle, bleibe unentschieden. Ebenso bleibe die Nordlichtlinie selbst rätselhaft.

Nicht so vorsichtig geht Stark (140) vor; er will vielmehr beweisen, daß es sich um Anregung durch positive Strahlen handle. Nach Versuchen von ihm und Hardtke[1] treten in diesem Falle auch die positiven Banden auf,
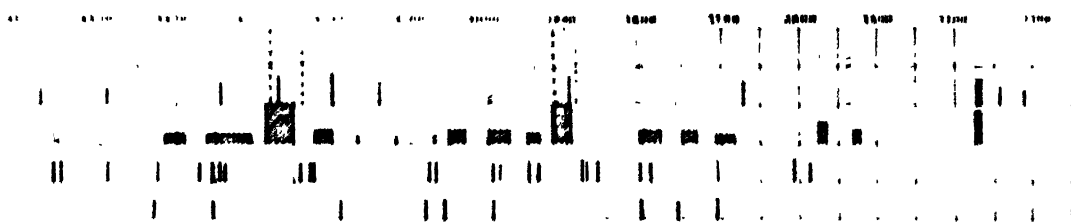
Fig. 1

1 Paulsen, 2 Westman, 3 Sykora

ferner Linien des N-Linienspektrums, und zwar solche, die er als N-Funkenlinien und als N-Bogenlinien bezeichnet. Letztere sollen dagegen fehlen bei Anregung durch Kathodenstrahlen.

Was die positiven Banden betrifft, so hat schon Paulsen geglaubt, sie im Nordlichtspektrum zu finden. Freilich bei Benutzung sehr schlechter Zahlen für die Kanten. Stark führt nur die Messungen von Paulsen an, wobei er noch dessen Zahlen merkwürdig verändert. Aber man muß doch auf einem Gebiet, wo die Messungen so außerordentlich unsicher sind, — nach Paulsen sind Fehler von 20 A.E. möglich, — auch andere Beobachter berücksichtigen, nicht nur die, deren Resultate zu der eigenen Ansicht gut passen. Am deutlichsten wirkt wohl eine graphische Darstellung; in der Fig. 1 sind oben die positiven

1) Hardtke, Ann. d. Phys. (4) 56. p. 363–382. 1918.

Stickstoffkanten eingetragen. Die Höhe entspricht der Intensität. Die negativen Kanten sind durch punktierte Linien dargestellt. Darunter befinden sich die Angaben von Paulsen, Westman und Sykora, die einzigen, von welchen photographische Beobachtungen vorliegen (abgesehen von den unsicheren Kings). Diese Zeichnung macht es wohl recht wahrscheinlich, daß man es mit den positiven Banden zu tun hat. Freilich ist ganz unaufgeklärt, warum Vegard keine Spur von ihnen erhalten hat, oder warum nicht auch bei allen andern Beobachtern die negativen Banden dominieren; bei Paulsen sieht man sie sehr deutlich.

Aber ganz unglücklich fällt der Versuch Starks aus, auch die Anwesenheit von N-Linien nachzuweisen. Er sagt, die stärksten Funkenlinien seien ein Paar 5006 und 5003, nach Exner und Haschek sind es die schwachen Linien 5005 und 5001, von der Intensität 3, während andere Linien, in einer photographisch viel wirksameren Gegend gelegen, mit der Intensität 50 bezeichnet sind. Stark sagt, es könne wohl kein Zweifel sein, daß diese Linien sich wiederfinden in der Nordlichtlinie, die Vogel bei 5004, Carlheim-Gyllenskiöld bei 4995 bzw. 5001, Wijkander bei 4996, Angot bei 5000 gesehen habe. Betrachtet man meine Tabelle in Bd X, so findet man, daß in dieser Gegend im Nordlicht gemessen worden sind: 4930, 4933, 4958, 4995, 4996, 5000, 5001, 5004, 5015, 5038, 5051, 5058. Das heißt doch nichts anderes, als daß jeder Vergleich einer einzelnen Linie sinnlos ist, wenn die Messungen so wenig genau sind. Stark sucht sich eben nur die ihm passenden Beobachtungen heraus.

Ebenso verfährt er mit einer zweiten Funkenlinie 4631, die in der Tat recht stark ist, Exner und Haschek bezeichnen sie mit 15. Er sagt, Vogel gebe 4629, Carlheim-Gyllenskiöld 4637 bzw. 4642, und damit sei auch diese Linie sicher nachgewiesen. Er verschweigt wieder, daß die gesamten in dieser Gegend gemachten Messungen lauten: 4625, 4629, 4637, 4640, 4642, 4660, 4682, 4692, 4694, 4696, 4699, so daß man auch hier jede beliebige Koinzidenz feststellen kann, wenn man eine Fehlergrenze von etwa 10 A. zuläßt, wie es Stark wohl mit Recht tut.

Ferner nennt Stark 5 Nordlichtlinien, die sogen. Bogenlinien des Stickstoffs sein sollen, d. h. solche Linien, die in Stickstoffkanalstrahlen auftreten. Solche Linien sind nur von Stark und seinen Schülern beobachtet worden. Sie werden im Nordlicht durch ähnlich beweiskräftige Vergleichungen gefunden, wie vorher die Funkenlinien. Es lohnt nicht, im Detail darauf einzugehen.

Aber das stärkste ist, daß nun auch die Nordlichtlinie, über 5571, eine Stickstofflinie sein soll. Stark und seine Schüler haben ein Paar von Bogenlinien bei 5560 (stärker) und 5565 (schwächer) gefunden. Das soll nun, ungetrennt, die Nordlichtlinie sein. Die Messungen, welche Werte von etwa 5571 ergeben, erklärt Stark für ungenau, fühlt sich dagegen sehr gestützt durch die Messung von Carlheim-Gyllenskiöld 5568. Dabei ist dies der Mittelwert aus 19 Messungen, die zwischen 5546 und 5608 liegen!

ARGON A 39,9. Z 18.

Literatur.

61 E. Warburg, Über den spektralanalytischen Nachweis des Argons in der atmosphärischen Luft. Nach Versuchen von Lilienfeld. Ber. Berl. Akad 1904 p. 1186—1197.

(62) Jul. E. Lilienfeld. Über eine allgemeine und hervorragend empfindliche Methode zur spektralen qualitativen Elementaranalyse von Gasgemischen. Ann. d. Phys. 4 16 p. 931—942 (1905).

(63) A. S. King. Note on the conditions attending the appearance of the argon lines in air. Astrophys. J. 21 p. 344 350 1905.

(64) W. Lohmann, Beiträge zur Kenntnis des Zeeman-Phänomens. Dissert. Halle 1908.

(65) F. Fischer und G. Iliovici. Über die Produkte der Lichtbogen- und Funkenentladungen in flüssigem Argon bzw. Stickstoff. Ber. chem. Ges. 41 p. 4449—4457 (1908).

(66) Ch. Sheard, Capacity and current density effects in the Argon and Hydrogen spectra. Physic. Rev. 27 p. 258 266 (1908).

(67) Theodor Lyman. The spectra of some gases in the Schumann region. Astrophys. J. 33 p. 98—107 (1911).

(68) P. G. Nutting and O. Tugman. The intensities of some hydrogen, argon and helium lines in relation to current and pressure. Bull Bur. of Stand. 7 p. 49—70 (1911).

(69) O. Lüttig, Das Zeemann-Phänomen im sichtbaren Spektrum von Mangan und Argon. Dissert. Halle 1911. Ann. d. Phys. (4) 38 p. 43 70 (1912).

(70) W. Stahl, Untersuchungen über die Spektren des Argons. Dissert. Bonn 1911 Zs. f. wiss. Photogr. 9 p. 302—312 (1911).

(71) H. Donaldson. On the spectra of the electrodeless ring discharge in certain gases Phil. Mag. 6 22 p. 720 727 (1911).

(72) A. Dufour, Sur le phénomène de Zeeman présenté par les groupes de raies des spectres du type II. Le Radium 8 p. 97 101 1911.

(73) G. Stead, Note on the spectrum of Argon. Proc Cambridge Phil. Soc. 16 p. 607—609 (1912).

(74) N. A. Kent and R. M. Frye, Vacuum tube discharge in a magnetic field. Astrophys. J. 37 p. 183—189 (1913).

(75) R. W. Lawson, The spectra of high frequency discharge in Geissler tubes Phil Mag. (6) 26 p. 966—981 (1913).

(76) J. Stark, G. Wendt, H. Kirschbaum und R. Künzer, Ein- und mehrwertige Linien des Aluminium, Argon und Quecksilber in den Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 42 p. 241—302 (1913).

(77) E. Paulson, Zur Kenntnis des roten Argonspektrums. Physik Zs. 15 p. 831 bis 832 (1914).

(78) K. Friedersdorff, Der Dopplereffekt der Kanalstrahlen im Argon. Ann d Phys. (4) 47 p. 737—762 (1915).

(79) E. Paulson. Note on the blue spectrum of Argon. Astrophys J 41 p. 75—77 1915.

(80) K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenbestimmungen im roten und infraroten Spektralbezirk. Dissert Tübingen 1916; Ann. d Phys. 4 50 p. 713 728, 51 p. 95 118 1916.

(81) K. W. Meissner. Die Gesetzmäßigkeiten im Neon- und Argonspektrum. Physik Zs. 17 p. 549 552 1916.

(82) L. Hamburger, Over licht-emissie door gassen en mengsels van gassen bij electrische ontladingen. Dissert. Amsterdam 1917, 187 pp. Zs. wiss. Photogr. 18 p. 1 44 1918.

(83) J. C. Mc Lennan, On the ionisation potentials of vapors and gases. Phys Rev. 2 10 p. 84 1917.

(84) J. Franck und G. Hertz, Die Bestätigung der Bohrschen Atomtheorie im optischen Spektrum . . Physik. Zs. 20 p. 132—143 1919.

(85) F. Horton and A. Davies, An experimental determination of the critical electron velocities for the production of radiation ... Proc. Roy Soc A. 97 p 1— (1920), Physic. Rev. (2) 15 p 498—502 (1920); Nat. 104 p. 406 (1919).

(86) R. Seeliger und E. Pommering, Über die Lichtemission im Kathodendunkelraum und im Glimmlichtraum. Ann. d. Phys. (4) 59 p 589—612 (1919).

(87) E. Böttcher und F. Tuczek, Der Effekt des elektrischen Feldes auf Linien des Argons und des Sauerstoffs. Ann. d. Phys. (4) 61 p. 107—112 (1919).

(88) H. C. Rentschler, The ionizing potentials of Argon, Neon and Helium. Physic. Rev. (2) 13 p. 297—298 (1919).

(89) W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. V. The spectra of the monatomic gases. Phil. Trans. A. 220 p. 335—468 (1920).

(90) Knud Aage Nissen, Serien mehrfacher Linien im Argonspektrum. Physik Zs. 21 p. 25—28 (1920).

(91) Clifton G. Found, Ionization potentials of argon, nitrogen ... Physic. Rev. (2) 16 p. 41—48 (1920).

(92) Hugo Fricke, The K-characteristic absorption frequencies for the chemical elements Magnesium to Chromium. Physic. Rev. (2) 16 p. 202—215 (1920).

(93) J. Frommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. Dissert. Tübingen (1920) (Manuskript).

(94) G. Stead and B. S. Gossling, On the relative ionisation potentials of gases as observed in thermionic valves. Phil. Mag (6) 40 p. 413—425 (1920).

(95) * Hodgson and Palmer, Radio Revier 1 p 525 (1920).

(96) W. F. Meggers, Interference measurements in the spectra of Argon, Krypton and Xenon.

(97) J. Franck, Über Lichtanregung und Ionisation von Atomen und Molekülen durch Stöße langsamer Elektronen. Physik. Zs. 22 p 466—471 (1921).

(98) R. Seeliger und G. Mierdel, Anregung der Atome zur Lichtemission durch Elektronenstoß. II. Spektroskopische Studien der Neon-Glimmlampe. Zs. f. Phys. 5 p. 182—187 (1921).

(99) R. Seeliger und E. Schramm, Anregung der Atome zur Lichtemission durch Elektronenstoß. III. Vervollständigung des Beobachtungsmaterials. Zs. f. Phys. 7 p. 93—98 (1921).

(99) G. Déjardin, Excitation des spectres de l'argon par des électrons lents. C. R. 173 p. 1782—1784 (1921).

(100) G. Déjardin, Ionisation de l'argon par des électrons lents. C. R. 172 p. 1347 bis 1350 (1921).

Im langwelligen Teil des roten Argonspektrums sind ausgezeichnete Messungen mit dem Interferometer durch Meggers (96) und durch Meissner (80) zu verzeichnen, während in der Schumannregion Lyman (67) Messungen des blauen Spektrums gibt.

In der folgenden Tabelle sind diese neuen Messungen angeführt. Aber die Tabelle enthält auch im Auszug das übrige Spektrum des Argons, insbesondere um die Gesetzmäßigkeiten angeben zu können. Es ist dazu aus den Tabellen des Bandes V dieses Handbuchs ein Auszug in folgender Art gemacht: es sind alle stärkeren Linien, von der Intensität 4 an etwa, angeführt, und alle schwächeren, wenn sie in den gesetzmäßigen Bau hineinpassen. Aus den vorliegenden Messungen und Intensitäten ist das Mittel genommen, und dies auf I. A. reduziert. Da ich alle älteren Messungen des A-Spektrums für sehr ungenau halte, — die großen Differenzen untereinander und gegen Meggers beweisen es, gebe ich nur Zehntel an. Nur die Zahlen von Paschen sind nicht auf I. A. umgerechnet. Das rote und blaue Spektrum sind nebeneinander geschrieben, da die Gesetzmäßigkeiten diesen Unterschied nicht zu respektieren scheinen.

		Rotes Spektr		Blaues Spektr.	
	3161			5	4
	30			1	4
	3093			4	5
	29			0	4
	2979			1	6
	67	2?	4		
	55			3	4
	42			9	7
	24			7	4
	2896			8	4
	91			7	4
	84			1	4
	65			9	4
	06			2	6
	2769			6	6
	58			8	6
	44			8	7
	32			5	5
	08			3	7
	2647			5	7
	14	5	4		
$2p_{10} - 1.5s$	2562			2	5
	44			7	5
	34			7	4
	18			7	7
	16	2	4		
	15			5	7
$2p_8 - 1.5s$	12			2	3
	00			3	4
	2499			4	4

		Blaues Spektr.	
	2490	9	6
	82	2	4
	81	5	4
	80	8	5
	79	1	6
	74	1	4
	54	4	6
$2p_5 - 1.5s$	52	9	1
	38	7	6
	32	7	4
	20	5	4
	15	6	6
	11	1	4
	04	3	4
	2395	6	4
	64	1	4
	50	5	4
	44	3	5
	37	7	5
$2p_1 - 1.5s$	31	6	4
	18	4	4
	13	9	4
	00	3	4
	2281	5	5
	52	3	4
	48	6	4
	34	6	4
	28	5	1
	19	8	4
	2[illegible]	4	1

Blaues Argon-spektrum nach Lyman	
1886.1	7
79.7	8
77.7	8
73.2	10
68.7	8
65.9	8
55.7	9
50.2	4
46.9	6
43.1	9
(42.8)	1
39.2	9
(38.1)	2

Blaues Argon-spektrum nach Lyman	
1836.8	9
(35.5)	2
(34.5)	2
31.4*	9
30.6*	10
27.6	6
20.0	7
07.5	4
1786.1	5
1675.6	7
73.5	7
69.7	7
14.8	4

Blaues Argon-spektrum nach Lyman	
1611.0	4
07.0	3
04.2	4
02.6	2
00.7	5
1569.5	4
1467.9	2
66.6	4
63.3	8
60.1	5
1335.8	7
34.5	7
33.7	5

Seriengrenzen.

$2p_1$	15008	$2p_{10}$	21543
$2p_2$	17287	$2p_{11}$	21647
$2p_3$	19755	$2p_{12}$	22942
$2p_4$	19820	$2p_{13}$	23329
$2p_5$	19910	$2p_{14}$	23596
$2p_6$	20008	$2p_{15}$	23983
$2p_7$	20798	$2p_{16}$	24006
$2p_8$	20872	$2p_{17}$	24645
$2p_9$	21427	$2p_{18}$	27398

Terme

3 d	13640	$1 s_5$	[illegible]
4 d	7426.8	$2 s_5$	
5 d	4669.6	$3 s_5$	9914.6
6 d	3206.9	$4 s_5$	5981.2
7 d	2338.1	$5 s_5$	3970.5

$1 s_8$	37730	$6 s_8$	2437.7
$2 s_8$		$7 s_8$	1847.0
$3 s_8$	5901.2	$8 s_8$	1446.4
$4 s_8$	4960.2	$9 s_8$	1163.1
$5 s_8$	3367.9	$10 s_8$	957.7

Von sonstigen Angaben wäre noch zu erwähnen: Fischer und Hiovici [65] haben im langwelligen Teil einige Linien gemessen, wohl sehr ungenau, wenn es überhaupt Argonlinien sind: 7600, 7465, 7380, 7235, 7130, 7057, 6965, 6868, 6753, 6682, 6415, 6383, 6305, 6173, 6143.

Stahl [70] hat einige Linien des blauen und roten Spektrums gemessen, um nachzuweisen, daß die von Eder und Valenta vermeintlich gefundene starke Verschiebung von Linien zwischen diesen Spektren und dem „weißen" nicht vorhanden sei. Es treten nur starke unsymmetrische Verbreiterungen auf. Zwischen den Spektren an den beiden Polen findet Stahl in Übereinstimmung mit Eder und Valenta, aber entgegen Nutting, keinen wesentlichen Unterschied. Man vergleiche dazu auch [66] und [76]. — Da Stahls Zahlen nicht sehr genau zu sein scheinen, führe ich sie nicht an; eine neue moderne Messung der Argonspektra wäre sehr nötig und sicher lohnend.

Lyman [67] fand, daß in der Schumannregion ohne Kapazität keine Linien erscheinen, also das rote Spektrum hier sehr lichtschwach ist, während mit Kapazität viele Linien auftreten, die am Schluß der Tabelle p. 21 wiedergegeben.

Der Ursprung der eingeklammerten Linien ist unsicher, die mit einem Stern versehenen treten auch im weißen Spektrum auf, d. h. bei höherem Druck, wobei auch noch λ 1550.0 erscheint.

Während früher die Untersuchung des Zeemaneffektes auf Schwierigkeiten gestoßen war — nur Michelson [48] und Lohmann [64] haben die Linie 6965 des roten Spektrums als Triplet gesehen — gelingt die Untersuchung Lüttig [69] besser. Die Linien 5651, 5607, 5559, 5496, 6187 erzeugen normale Triplets, ebenso die photographierbaren und ausmeßbaren 4880, 4806, 4736, 4609, 4545. Die Linien 5062, 5009, 4972, 4965, 4933, 4848, 4765, 4658, 4590, 4579, 4426, 4400, 4348, 4331 erschienen mehr oder weniger diffus, gaben aber auch wohl meist Triplets. — Parallel zu den Kraftlinien bildete 5009, 4933, 4880, 4847, 4806, 4765, 4736, 4658, 4609, 4545 Paare mit breiten und diffusen Komponenten.

In demselben Jahre veröffentlicht auch Dufour [72] Messungen für die Linien 4702, 4629, 4596, 4511, 4334, 4259, 4522, 4191, 4182, 4300, 4272, 4266,

4198, 4044, 4191, 4164, 4159, 3949, 6965. Es sollte untersucht werden, ob die Linien der gleich ausführlich zu besprechenden Gruppen: A, B usw. auch durch identischen Zeemaneffekt als zusammengehörig erscheinen: das ist aber nicht der Fall.

Kent und Frye [74] untersuchen Geißlerröhren im Magnetfeld: der Widerstand wächst, das rote Spektrum wandelt sich in das blaue um. Nutting und Tugman [68] messen die Intensität einiger Linien des roten und blauen Spektrums mit wachsender Stromstärke. Die Linien des roten Spektrums wachsen anfangs sehr rasch, scheinen sich aber dann einem Grenzwert zu nähern; die des blauen Spektrums wachsen anfangs sehr langsam, dann immer schneller. Mit wachsendem Druck — von 0.75 mm an — nimmt die Intensität der roten Linien ab; bei kleineren Drucken wachsen zuerst die Intensitäten einzelner Linien.

Eine mit Argon gefüllte Glaskugel umgibt Donaldson [71] mit einigen Drahtwindungen, durch welche Kondensatorentladungen geleitet werden. Bei höherem Gasdruck zeigt die Kugel nur Linien des roten Spektrums, mit abnehmendem Druck kommen Linien des blauen hinzu und bleiben schließlich allein übrig[1]). — Auch Lawson [75] arbeitet mit äußeren Elektroden, Quecksilber, an einem Geißlerrohr aus Quarz. Es werden sehr schnelle Stromschwingungen zugeführt, deren Zahl zwischen 0.2×10^{6} und 1.5×10^{8} liegt. Mit schwachen Strömen erscheint bei allen Schwingungszahlen das rote Spektrum, um sich mit wachsender Stromstärke in das blaue umzuwandeln. Dabei wird dann das Rohr sehr heiß, so daß man meinen könnte, die Temperatur sei von Einfluß: das ist aber nicht der Fall, denn wenn man nun die Stromstärke plötzlich herabsetzt, erscheint in dem noch sehr heißen Rohr plötzlich wieder das rote Spektrum. Also die Art des Spektrums kann nur von der Stromdichte abhängen, wie schon viele andere geschlossen haben. Zu etwa gleichem Resultat kommt auch Sheard [66], der aber daneben noch angibt, an der Kathode sei das Spektrum nahezu kontinuierlich im Gelb, Grün und Blau. — Stead [73], der ein Rohr mit Kalkkathode benutzt, findet nichts Neues.

Während in Geißlerröhren mit gewöhnlichen Entladungen ein erheblicher Prozentgehalt von Argon nötig ist, damit in Gasgemischen die Argonlinien sichtbar werden, finden Lilienfeld [61, 62] und King [63], daß bei anders gearteten Entladungen schon Bruchteile eines Prozentes sichtbar werden. Es scheint darauf anzukommen, daß momentan sehr hohe Stromdichten auftreten. Wenn solche Entladungen durch Luft von Atmosphärendruck gehen, sieht man ebenfalls Argonlinien.

Stark [76] glaubt, aus der Abschattierung des Dopplerstreifens im Kanalstrahlenspektrum schließen zu können, daß alle Linien des roten Spektrums von einwertigen Ionen, d. h. Atomen, die ein Elektron verloren haben, ausgesandt werden, die des blauen Spektrums von zwei- oder dreiwertigen.

1) Ähnlich Beobachtungen auch von R. J. Strutt, Phil. Mag. (5) 49 p. 293—307 (1900).

Zu demselben Resultat gelangt Friedersdorff (78) bei einer eingehenderen Untersuchung; er meint, daß noch höherwertige Zentren als dreiwertige vorhanden seien.

Böttcher und Tuczek (87) suchen vergeblich nach einem Einfluß des elektrischen Feldes auf Linien des roten oder blauen Spektrums.

Seeliger und Pommerrenig (86) untersuchen die Intensitätsänderung der Linien beim Übergang vom Glimmlicht in den Kathodendunkelraum; ein Unterschied zwischen den Linien des roten und blauen Spektrums ist nicht zu bemerken. In (98) geben Seeliger und Mierdel, in (90) Seeliger und Schramm weitere Einzelheiten über die Intensität einiger Argonlinien in der Nähe der Kathode und Anode in dem Gasgemisch einer Neon-Glimmlampe oder einer Röhre mit Glühkathode.

Die Erkenntnis des Baues des Argonspektrums hat in jüngster Zeit weitere Fortschritte gemacht, ohne daß jedoch das Spektrum auch nur annähernd so bekannt wäre wie etwa dasjenige des Neons. Insbesondere ist die Frage der Trennung des blauen von dem roten Spektrum noch ungeklärt.

Nachdem zuerst, wie in den Bd. II und V ausgeführt, Kayser im roten Spektrum mehrfache Wiederholung derselben Gruppe von Linien mit konstanter Schwingungsdifferenz bemerkt und Rydberg gezeigt hatte, daß es sich um Quadruplets handelte, in denen indes vielfach einzelne Linien fehlten, fand Paulson (77) die gleiche Gruppenwiederholung auch im Bereiche des langwelligen Spektrums, wo die Liniendichte geringer ist. Durch die Messungen von Meissner (80, 81) und besonders Meggers (96) wurde dann gezeigt, daß die Differenzen der Wellenzahlen sehr exakt konstant sind. Endlich hat Paulson (79) im blauen Spektrum neben einer Reihe wohl noch zweifelhafter Paare einige mehr oder minder vollständige Gruppen von je fünf Linien gefunden.

Es kann indes kaum einem Zweifel unterliegen, daß alle diese Differenzen, ähnlich wie bei Neon, nur Bruchstücke einer komplizierten Mannigfaltigkeit von Serien höherer Ordnung und von Kombinationslinien sind. Einen großen Fortschritt stellt daher die Untersuchung von Nissen (90) dar, durch die ein Teil der Argonlinien gesetzmäßig geordnet wird. Freilich bleibt einstweilen der größere Teil der Linien ungeordnet. Auch ist es unbefriedigend, daß bei der Einordnung in die Term-Schemata neben Linien des roten Spektrums solche des blauen benutzt werden müssen, wenn auch in geringer Minderzahl. Endlich bleibt die Beziehung der Serien zu den konstanten Differenzen Kaysers, Rydbergs usw. unaufgeklärt, ein Teil der Linien ist beiden Gruppen gemeinsam, der größere nicht.

Hicks (89) findet im kurzwelligen Teil des blauen Argonspektrums eine Tripletserie (erste Nebenserie) einfacher Linien, von der vier Glieder nachzuweisen sind. Auf die besonderen Berechnungen, die Hicks hieran anknüpft, kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Die von Hicks benutzten Linien sind andere, als die von Paulson verwendeten.

In der Tabelle p. 17—22 findet man die Serienlinien jedesmal in der ersten Spalte gekennzeichnet. Das ganze Material ist wohl sehr unsicher und bedarf wohl einer Neuberechnung, teils auf Grund der neueren Messungen, teils mit Benutzung älteren Materials, teils vermittelst Wellenlängenmessungen, die noch fehlen. Am Schluß der Tabelle findet man unter „Grenzen" die entsprechenden Werte, ebenfalls nach Nissens Berechnung.

In der folgenden Tabelle sind die bisher im roten Argonspektrum aufgefundenen konstanten Wellenlängendifferenzen zusammengestellt.

Es sind im ganzen 56 Gruppen, die zum Teil jedoch nur aus zwei Linien bestehen, was vielleicht auf ungenügender Kenntnis des Spektrums beruht. Jede Zeile enthält eine Gruppe. Die Linien der Gruppen sind nach Rydberg mit A, B, C, D bezeichnet, und diese Bezeichnung ist in der Haupttabelle in der letzten Kolonne eingetragen. Am Ende jeder Zeile steht der Name des ersten Beobachters der betreffenden Gruppe, wobei Ms = Meissner, Mg = Meggers, P = Paulson, R = Rydberg. Die Wellenzahlen sind hinter jeder Wellenlänge angegeben, nach Meissner und Meggers auf das Vakuum reduziert, was Paulson und Rydberg unterließen. Genau sind also nur die Gruppen 2—8 und 32—35. Ungenauere Zahlen sind in runde Klammern eingeschlossen; ekige Klammer bedeutet, daß die betreffende Zahl nur berechnet ist. Die von Rydberg mit 9 bezeichnete Gruppe ist fortgelassen, weil sie nur eine Linie enthält.

Die Differenzen der vier Spalten ergeben sich hiernach als

$$B - A = 846.162,\ C - B = 803.075,\ D - B = 606.686.$$

Aus den Angaben der Tabellen ergibt sich, daß im Argonspektrum drei Gruppen von Serien nachgewiesen sind, nämlich eine I N.S. mehrfacher Linien 2 p — md, eine zweite N.S. mehrfacher Linien 2 p — ms, sowie eine zweite N.S. $2\,p_i$ — ms die aus 18 Teilserien besteht, von denen allerdings die sämtlichen 18 Linien nur für m = 1.5 bekannt sind. Daneben finden sich noch einige Kombinationslinien 1.5 s — $2\,p_i$ und 1.5 s — md. Endlich gibt es noch eine aus drei Gliedern bestehende Satellitserie $2\,p_s$ — md.

Im blauen Spektrum faßt Hicks [89] die Linien (3765, 3739, 3729), (2484, 2473, 2463), (2344, 2354, 2358), (2212, 2204, 2200) als Glieder einer mehrfachen I N.S. von Triplets für die bzw. Laufzahlen m = 2, 3, 1, 4 auf, während Paulson die bereits erwähnten Gruppen mit konstanten Differenzen findet.

Im Bereiche der Röntgenspektra ist naturgemäß bisher nur einiges über die Absorptionsgrenzen bekannt. Fricke [92] gibt für die Grenzabsorption K_m die Wellenlänge 9.5112 A. Der Streifen zeigt keine Feinstruktur.

Die Methode der Anregung durch Elektronenstoß ist auch auf Argon angewendet worden. Nachdem Franck und Hertz [84] zuerst etwa 12 Volt als Anregungsspannung gefunden hatten, sind sowohl die Anregungs- wie die Ionisierungsspannung von verschiedenen Seiten gemessen worden. Für die erstere geben Horton und Davies [85] 11.5 V., Stead und Gossling [94] 12 V., Rentschler [88] 12 V., während das Ionisierungspotential von Horton und

	λ A	$\frac{1}{\lambda} = r_A$	$r_B - r_A$	λ B	$\frac{1}{\lambda} = r_B$	$r_C - r_B$	λ C	$\frac{1}{\lambda} = r_C$	$r_D - r_C$	λ D	$\frac{1}{\lambda} = r_D$	
1	(11491.	8702.22	846.16	10472	9548.38	803.08	9657.8	10351.46	606.84	9123.0	10958.30	Ms. P
2	(9354.2	10687.428	846.14	8667.9	11533.57	803.09	8108.7	12336.665	606.844	7723.8	12943.509	Ma. Mg. P
3	9224.5	10837.772	846.162	8556.4	11683.884	803.075	8006.2	12486.959	606.837	7635.1	13093.796	Ma, Mg
4	8521.4	11731.882	846.168	7918.9	12578.050	803.075	7471.2	13381.125	606.828	7147.0	13987.953	Ma, Mg. P
5	8408.2	11889.876	846.162	7849.6	12736.038	803.075	7383.9	13539.113	606.835	7067.2	14145.948	Ma, Mg. P
6	8264.5	12096.593	846.158	7724.2	12942.751	803.075	7272.9	13745.826	606.840	6965.4	14352.666	Ma. Mg. P
7	8014.8	12473.595	846.164	7507.6	13319.759	803.083	7080.7	14122.842	606.837	6787.1	14729.679	Ma. P
8	7503.9	13322.794	846.16	7067.6	14168.968	803.08	6679.1	14972.041	606.837	6418.9	15578.978	Ma. P
9							6660.9	15012.94	606.67	6402.2	15619.61	P
10	7316.2	13668.38	847.88	6898.8	14516.26							P
11							6481.2	15429.31	606.64	6236.0	16035.95	P
12	7080.5	14123.66					6299.0	15875.51				P
13				6632.1	15078.25					6064.9	16488.24	P
14	6938.0	14413.39					6224.9	16064.64				P
15				6513.9	15398.59					5949.5	16808.22	P
16							6165.3	16219.81	606.93	5942.9	16826.74	P
17				6494.1	15699.23	803.46		16502.69				P
18	6679.0	14972.29					6015.4	16624.00				P
19				6238.6	16029.18	802.78	5941.1	16831.96				P
20				6199.4	16130.49					5701.2	17540.19	P
21				6194.2	16144.00	803.14	5900.7	16947.14				P
22				6186.5	16164.18					5690.2	17575.16	P
23				6085.9	16431.42	803.48	5802.4	17234.90				P
24				6067.5	16481.30					5589.4	17891.01	P
25				6063.0	16520.85	802.61	5772.5	17323.46				P
26	6334.2	15787.21	847.32	6011.6	16634.53							P
27	6307.9	15853.11	848.04	5987.6	16701.15							P
28				5929.1	16866.08	803.42	5650.5	17669.50				P
29	6135.6	16298.24	847.65	5832.3	17145.89							P
30	6121.9	16334.72					5600.0	17985.83				P

31	6017.7	16617.75					5473.8	18268.98				
32				5597.9	17863.87					5188.5	19273.54	
33				5442.5	18373.77					5054.5	19784.19	
34				5412.8	18474.73	802.49	5187.5	19277.22				
35	4702.3	21260.182	846.161	4522.3	22106.343	803.075	4314.7	22909.418	606.93	4251.1	23516.35	Mg. R
36	4628.4	21599.53		4453.9	22445.676	803.075	4300.1	23248.751	606.831	4190.7	23855.582	Mg. R
37	4610.4	21683.782	846.162	4437.3	22529.944	803.075	4266.3	23433.019	606.835	4158.6	24039.852	Mg
38	4596.0	21751.85	846.20	4423.9	22598.05	802.70	4272.2	23400.751	606.837	4164.2	24007.588	Mg. R
39	4510.7	22163.151	846.162	4344.8	23009.313	803.076	4198.3	23812.389	606.837	4093.9	24419.226	Mg
40	4345.3	23013.25	846.48	4191.2	23859.73	803.21	4054.7	24662.96				R
41	4335.5	23065.44	846.55	4182.0	23911.99	803.61	4046.0	24715.60				R
42	4333.7	23074.90	846.37	4180.4	23921.27	803.27	4044.6	24724.54	607.02	3947.6	25331.56	R
43	4033.1	24794.76	845.81	3900.1	25640.60	804.21	3781.5	26444.81	607.17	3696.6	27051.98	R
44							3775.5	26486.73	606.19	3691.0	27092.92	R
45	3894.8	25675.29	846.81	3770.4	26522.10	803.05	3659.6	27325.15				R
46							3643.2	27448.19	606.84	3564.4	28055.03	R
47	3866.3	25864.17	846.60	3743.8	26710.77	802.68	3634.6	27513.45	606.97	3556.1	28120.42	R
48							3632.8	27527.23	606.64	3554.4	28133.87	R
49	3834.8	26077.29					3606.7	27726.35				R
50	3675.3	27208.27	846.76	3564.4	28055.03					3393.8	29465.08	R
51				3563.4	28063.[illegible]					3392.9	29473.44	R
52	3670.8	27242.14	846.56	3560.2	28088.70	803.08	3461.2	28891.78	607.14	3389.9	29498.92	R
53	3599.7	27779.15	845.97	3493.4	28625.12	803.82	3398.0	29428.94				R
54							3387.7	29518.57	606.82	3319.5	30125.39	R
55	3572.4	27992.26					3373.6	29642.05				R
56	3545.9	28201.21	846.27	3442.6	29047.48							R

1 In dieser Gruppe sind die Linien nur sehr ungenau gemessen, nämlich von Paschen, mit der Thermosäule 11560, 10640, 9658.9, 9123.7. Da es aber die einzigen Linien in dieser Gegend sind, kann kaum ein Zweifel bestehen, daß wir eine Gruppe vor uns haben.

Davies (85) zu 15,1 bzw. 18,1 V., von Found (91) zu 15,6 V., von Rentschler (88) zu 17 V., von Hodgson und Palmer (95) zu 16,6 V. angegeben wird, Werte, die Stead und Gossling (94) für zu hoch halten. Man vergleiche auch Mc Lennan. Mit dem Werte von Horton und Davies stimmt die ultraviolette Emissionsgrenze nach Lyman ziemlich überein. Dejardin (100) findet das Ionisationspotential in der Nähe von 15 Volt, das Anregungspotential etwa 16,2 Volt. Bei dieser Ionengeschwindigkeit erscheinen die stärksten Linien des roten Spektrums im Blau. Bei langer Exposition fanden sich schon Spuren dieser Linien bei 15—16 V. Das blaue Spektrum erscheint nach demselben Autor erst bei höherer Voltzahl, etwa 34 V. Es sollen vorzugsweise die „zweiwertigen“ Linien Starks auftreten, während die Mehrzahl der „dreiwertigen“ erst bei 40 V. auftreten soll. Alle diese Angaben sind indes höchst unsicher, da die Zahlen sich mit Änderung der Stromstärke völlig ändern. Eine genauere Untersuchung unter Berücksichtigung der gesetzmäßigen Beziehungen erscheint sehr erwünscht.

ALDEBARANIUM (Ad).

Siehe Neo-Ytterbium.

SILBER (Ag = 107.88, Z = 47).

Literatur.

(73) L. Janicki, Die Beschaffenheit der Spektrallinien der Elemente. I. Ann. d. Phys. (4) 29 p. 833—868 (1909). Feinstruktur.

(74) Fr. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumann-Strahlen. Dissert. Berlin 1909. Berlin bei Gebr. Hartkopf. 41 pp.

(75) J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 1077—1100 (1909).

(76) F. Paschen, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra. III. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 717—738 (1910).

(77) H. M. Randall, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 739—746 (1910). Astrophys. J. 34 p. 1—20 (1911).

(78) P. Joye, Influence de l'intensité maximum du courant sur le spectre de la décharge oscillante. Ann. chim. et phys. (8) 21 p. 148—197 (1910). Einfluß der Selbstinduktion.

(79) W. G. Duffield, The effect of pressure upon arc spectra. Phil. Trans. A. 211 p. 33—72 (1911). Druckverschiebung.

(80) F. L. Wagner, Das ultraviolette Funkenspektrum der Luft. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 69—89 (1911). Funkenspektrum.

(81) F. J. Kasper, Messungen am Silberspektrum. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 53—62 (1911).

(82) B. Dunz, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien. Dissert. Tübingen 1911. Tübingen bei Laupp, 69 pp. — Buch. S. Hirzel, Leipzig 1911.

(83) Fr. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. 3 Bände. Leipzig und Wien bei Deuticke. 1911—1912.

(84) H. Oellers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspektrum verschiedener Metalle. Dissert. München 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 374—392, 393—432 (1912).

(85) H. Hertenstein, Die Spektren der Lichtbogenaureole. Zs. f. wiss. Photogr. 11 p. 69—87, 119—132 (1912).

(86) Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. Dissert. Göttingen 1912. Ann. d. Phys. (4) 39 p. 225—250 (1912).

(87) G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineux de divers éléments dans l'étincelle électrique. C. R. 154 p. 872—874 (1912).

(88) H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektra. Ann. d. Phys. (4) 39 p. 53—79 (1912).

(89) Sir W. N. Hartley und H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities of the elements producing these lines, in spectra of the oxyhydrogen flame and spark. Proc. Roy. Soc. A. 87 p. 38—48 (1912).

(90) H. Könnemann, Die Verteilung der Emission im Bogen zwischen Metallstäben für Wellenlängen unterhalb λ 4000. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 65 bis 76, 123—143 (1913).

[91] J. Scharbach, Über die Goldsteinsche Methode zur Darstellung der „Grundspectra“... Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 145—200 1913.

[91a] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. III. Phil. Trans. A 213 p. 323 bis 420 (1913).

[92] W. Huppers, Neue Messungen der Bogenspektren einiger Metalle unterhalb λ 2300. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr.

[93] H. Reismann, Der Unterschied der Polspektra verschiedener Elemente im Geißlerrohr. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 46—88 1913.

[94] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Metallen nach dem internationalen System. Wien. Ber. 122 IIa p. 607—638 1913.

[95] L. Janicki, und R. Seeliger, Über die Lichtemission von Metalldämpfen in der Glimmentladung. Ann. d. Phys. (4) 44 p. 1151—1168 1914.

[96] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Kupfer, Aluminium, Gold, Silber, Zink und Kohle bis λ 1850 nach dem internationalen System. Wien. Ber. 123 IIa p. 615—628 (1914).

[97] H. Rohmann, Die Röntgenspektra einiger Metalle. Phys. Zs. 15 p. 715—717 1914.

[98] H. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) 26 p. 1024—1034 (1914).

[99] J. Frings, Das Bogen- und Funkenspektrum des Silbers nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1914. Zs. f. wiss. Photogr. 15 p. 165—182 1915.

[100] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogenspektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien. Ber. 124 IIa p. 101—121 1915.

[101] J. Kramsztyk, Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. Ann. d. Phys. (4) 46 p. 375—400 (1915).

[102] F. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 46 p. 868—892 (1915).

[103] Ivar Malmer, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektra der Elemente. Dissert. Lund, 1915.

[104] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. Dissert. Tübingen 1915. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 713—726 1916.

[105] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 (1916).

[106] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments etc. C. R. 163 p. 87—89 1916.

[107] E. Friman, Die Hochfrequenzspektra der Elemente. Dissert. Lund 1916.

[108] M. Siegbahn und E. Friman, Über die Hochfrequenzspektren der Elemente Au—Rh. Ann. d. Phys. (4) 49 p. 611—616 1916.

[109] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioakt. 13 p. 296—341 1916.

[110] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part IV. The structure of spark spectra. Phil. Trans. A. 217 p. 361—410 1917.

[111] S. Piña de Rubies, Nuevas rayas del cobre y de la plata entre 2300 y 1900 U. A. en el espectro de arco en el aire. Anal. Soc. Españ. de Fis. y Quim. 15 p. 215 1917.

[112] M. Catalán Sañudo, Nuevos dobletes adicionales a las series espectrales de la Plata. Anal. Soc. Españ. de Fis. y Quim. 15 p. 222 1917.

[113] M. A. Catalán, Nuevas líneas en el espectro de arco de la plata entre 4500 y 2300 U. A. Anal. Soc. Españ. de Fis. y Quim. 15 p. 483 1917.

[114] F. Wagner, Über Röntgenspektroskopie. Phys. Zs. 18 p. 405—419, 432—434 1917.

[115] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some of the chemical elements for high frequency X rays. Phys. Rev. (2) 10 p. 697—706 1917.

[116] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektra. Dissert. Lund, 1919.

[117] M. Siegbahn und E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenspektren bei den schwereren Elementen. Phys. Zs. 20 p. 251—256 1919.

[118] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, X-ray absorption frequencies. Phys. Rev. (2) 14 p. 516—521 (1919).

[119] J. Stark und O. Hardtke, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. Ann. d. Phys. (4) 58 p. 712–722 (1919).
[120] A. S. King, Discussion of some evidence on the origin of radiation in the tube resistance furnace. Astrophys. J. 49 p. 48–58 (1919).
[121] T. Takamine, The Stark effect for metals. Astrophys. J. 50 p. 23–41 (1919).
[122] W. M. Hicks, The value of the Silver Oun. Phil. Mag. (6) 38 p. 301–317 (1919).
[123] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. Elemente Cu bis Na. Zs. f. Phys. 1 p. 439–458 (1920).
[124] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Elemente W bis Cu. Zs. f. Phys. 3 p. 262–286 (1920).
[125] W. M. Hicks, The spectrum of copper. Phil. Mag. (6) 39 p. 457–481 (1920).
[126] F. M. Walters, Wave-length measurements in arc spectra photographed in the yellow, red and infra-red. Sc. Papers Bur. of Standards Nr 411 (1921).

Das Linienspektrum des Silbers ist auch nach den zehn weiteren Jahren der Forschung nur schlecht bekannt. Das liegt besonders daran, daß die meisten Linien, sowohl des Bogen-, wie des Funkenspektrums, außerordentlich unscharf sind; einzelne Linien haben die Breite von mehreren A.E, und erscheinen, wenn sie schwach sind, nur wie ein Wisch auf der photographischen Platte. Da hört natürlich die Meßbarkeit fast auf. So wird bei vielen Linien die Unsicherheit mehrere Zehntel A betragen, bei anderen mehrere Hundertstel, und nur bei sehr wenigen haben die Tausendstel Bedeutung. Ist die Expositionszeit kurz, so verschwinden die schwächeren Linien, und daher kommt es, daß die Angaben der Beobachter so verschieden sind. In der folgenden Tabelle finden sich etwa 150 Linien, die nur von einem Beobachter gesehen sind.

Im übrigen ist die Kenntnis des Spektrums gewachsen, es hat sich nach Ultrarot durch Paschen [76], Randall [77], Meissner [104] und Walters [126] ausgedehnt, ebenso nach kurzen Wellen durch Eder [94, 100] und Handke [74]. Ferner sind die meisten Messungen nach I. A. ausgeführt. Die folgende Tabelle enthält die seit 1909 gewonnenen Zahlen. Die ältesten Angaben von Eder und Valenta [75] und die von Exner und Haschek [83] habe ich nach meiner Korrektionstabelle (Handbuch VI, p. 891) auf internationales Maß umgerechnet, alle übrigen Zahlen sind schon in I. A. gegeben. Bei der allgemeinen Ungenauigkeit der Linien kommen Fehler der Korrektur nicht in Betracht. Die Messungen von Lehmann [88] im Ultrarot habe ich wegen ihrer außerordentlichen Ungenauigkeit nicht angeführt.

		Paschen [76]		Randall [77]		Meißner [104]	Walters [126]		Eder [100]	
4 Δp – 5s	33051.	914	8							
	33333.	806	5							
3d – 4 Δp	18882.			2.3	15					
3d' – 4 Δp	18807.			7.9	15					
3p₂ – 2.5s	17415			6.7	20					
3p₁ – 2.5s	16819			9.5	60					
3d – 5 Δp	12551			1.0	10					
2p₁ – 2.5s	8274			4.1	40	3.59	3.58	10		
2p₂ – 2.5s	7688			8.2	30	7.87	7.79	10	7.80	100

		Exner u. Haschek Bogen [88]	Kasper Bogen [81]	Frings Bogen [99]	Catalan Bogen [112]	Exner u. Haschek Funke [88]	Kasper Funke [81]	Frings Funke [99]	Wagner Funke [80]	Joye Funke [80]
	4210	—	—				—	vorh.		6 8
	4151	—	—					28 5u		
	4098		—	—		55 2				
	85	—	—	—		93 5		90 1u	88	
	68		—	—		—		01 2u	—	—
$2p_2-4d'$	55	27 50R	58 10R	26 7Ru		24 5		—	21	2 2
	46	—	—	—					—	0 2
	36	—	—	—		83 1			—	—
	27	—	—	—		2 1u		—	—	—
	22	—	—	—		5 1u		—	—	—
	04	—	—	—		7 1u		—	5.82	
	3990	—	—			—		67 8u	—	—
	85	—	—			71 5		20 1u	18	—
$2p_1-4.5s$	81	63 1	62 6	64 6u		7 1		—	58	—
	68	—	—		22 6			—	—	—
	61	—	—		3 2	—		—	—	—
	51	—	—	—	0 1	2 1u		—	—	—
	49	—		—	4 1	46 2			39	4 6
	42					9 2u			87	—
	37					1 1u				8.82 8
	33				60 6				66	—
	29					13 2			10	—
	07								—	5 8
	3884					3 2u			—	
	77				6 0	3 1u				—
	73					4 1u		—	—	—
	71							08 2	—	—
	44							34 1u	—	—
$2p_2-4.5s$	40		82 2	80 2u	—			74 1	80	—
	38	—			4 2				—	
$2p_1-5d$	10	70 2u	9 1U	7 5U		6 1u			61	6 2
	02	—						94 3u		
	3766	86 1								
	63	—	—	—	—	11 1u			—	2.9 8
	40		—		6 1	2 1u		—	52	—
	14		—		—	16 1		5.91 2u	—	—
$2p_1$ – [illegible]	10		68 1U	—				68 5u	—	—
	3684		—		6 2	70 1		3.84 1u	—	—
	90				4 0	8 1u		88 1u	88	—
	83					84 5		45 1u	27	2 0
$2p_2-5d'$	82	30 2u	30 2U	37 3u		49 1		3.81 1u	1.86	
	74				3 2	12 2		—	14	18 0
	71							82 7u	—	
	66							29 2u	—	
	60							64 8u	—	
	49				6 1	—		—	—	
	44							44 8u	—	
	30							09 2u	—	
$2p_1-6d$	24	2 1u		1 2U				—	—	
	19			—				77 7u	—	

λ	Eder Funke [96]	i	Handke [74]	i
1999	54	2		
98	45	1		
94	35	1		
93	56	3		
89	26	1		
81	10	1		
76	28	1		
75	15	2		
66	09	1	6	3
60	09	1	5	1
58	48	1	9.2	1
56	89	3	7.2	7
53	86	1	—	
52	26	1	6	3
52	00	1	—	
47	69	1	8	4
45	51	2	7	3
44	60	1	6	3
42	93	1	5	2
42	35	1		
36	—		4	1
32	76	2		
32	33	2	1	6
31	75	2		
24	63	1	2	5
16	30	4	5.7	8
12	27	1	1.9	4
07	77	1	1	4
1898	13	1	8	1
97	—		4	2
95	98	2	6	4
93	30	2	2.8	4
88	90	2	1	6
84	—		3	2
81	—		2	1
79	63	3	0	6

λ	Eder Funke [96]	i	Handke [74]	i
1877	—		6	1
74	19	1	2	3
72	70	3	5	6
71	—		8	5
67	42	1	1	7
66	36	1	1	7
62			9	5
59	92	1	0.0	5
58	20	1	3	4
55	57	1	9	4
53			4	4
49			4	5
46			7	5
39			5	5
38			1	4
35			6	3
34			0	3
31			8	4
28			6	5
26			5	4
23			5	1
22			0	4
21			0	1
18			8.	1
16			4	6
08			9	2
08			0	5
05			1	2
02			1	6
1797			7	1
96			9	1
93			9	5
85			7	1
84			2	2
82			9	1
81			6	1

λ	Handke [74]	i
1780	5	1
78	9	3
71	8	6
68	6	6
66	3	2
63	1	3
62	6	2
61	8	1
60	7	4
58	7	2
57	9	3
55	7	2
54	9	2
51	7	3
51	3	6
48	1	1
47	6	3
45	6	4
43	1	5
40	7	1
36	9	1
28	7	4
27	2	3
22	4	5
19	1	3
18	1	3
14	3	1
13	0	1
09	5	2
07	6	2
06	1	3
1694	0	6
81	4	4
78	7	2
75	4	1
74	5	2 [1]

Von hier ab X-Einheiten.

	Siegbahn u. Friman [108], [109]	Hjalmar [124]	i
$K\alpha_2$	5570		
$K\alpha_1$	5520		
$K\beta_1$	5010		
$K\beta_2$	4910		
$L\alpha_2$	4155	4153.82	3
$L\alpha_1$	4146	4145.64	10
$L\alpha_3$	4188	4181.70	
$L\beta_1$	3928	3926.64	8
$L\beta_4$	3861	3861.09	2
$L\beta_3$	3825	3824.45	8
$L\beta_2$	3698	3698.83	6
$L\gamma_1$	3515	3514.86	8

1) Millikan (Astrophys. J. 52, p. 50 (1920)) gibt an, daß er das Silberspektrum bis λ 260 verfolgt habe.

Term	Wellenz.	Term	Wellenz.
1 s	[illegible]	3 d	12306.6
$2p_1$	30621.7	3 d'	12360.8
$2p_2$	31642.?	4 p	6891.1

Von weiteren Untersuchungen über den Bogen seien zunächst die von Oellers [84] und Könemann [90] angeführt. Sie wollen erforschen, wie sich die verschiedenen Teile eines zwischen Metallstäben brennenden Bogens in bezug auf die Emission der einzelnen Linien verhalten. Da zeigen sich dann große Unterschiede zwischen dem positiven und negativen Pol. Von den Silberlinien sind noch 90,84 7% stärker am negativen Pol, als am positiven, nur 2,4 % verhalten sich umgekehrt. Die am negativen Pol verstärkten Linien sind vor allem für den Funken charakteristische Linien, während für die Serienlinien die Unterschiede gering sind.

Auf ähnlichem Gebiet bewegt sich eine Arbeit von Hertenstein [85], welcher die Spektren der Flamme untersucht, die der Bogen bei hoher Spannung und Stromstärke auszustoßen pflegt. Bei Silber zeigt sie das gewöhnliche Bogenspektrum, wenn auch mit etwas geänderten Intensitätsverhältnissen, keine Banden.

Kramsztyk [101] untersucht sowohl das Bogenspektrum wie das Funkenspektrum und teilt die Linien in Gruppen, je nachdem sie vom Kern des Bogens oder Funkens oder nur von der Aureole emittiert werden. Auch sucht er Beziehungen zur Serieneinteilung der Linien aufzustellen. Die Arbeiten von Oellers und Koenemann sind ihm anscheinend entgangen.

Zwischen Silberstäben brennt Duffield [79] einen Bogen bei Überdrucken von 1—200 Atmosphären. Er photographiert das Spektrum nur von λ 4320 bis λ 4600, auf welcher Strecke sich nur die Linien 4476, 4311, 4212, 4055 finden, außerdem 4058 von Pb. Die erste gehört zur zweiten Nebenserie, die beiden letzten zur ersten Nebenserie. Bei wachsendem Druck verbreitern sich die Linien der ersten Nebenserie ganz gewaltig, z. B. wird 4212 bei 20 Atm 120 A.E. breit, aber diese Verbreiterung ist nicht kontinuierlich, sondern besteht aus zahllosen Linien, die bei 5 Atm. ziemlich scharf sind, dann aber sich auch verbreitern und zusammenfließen. Die Linie der zweiten Nebenserie verbreitert sich viel weniger. Neben der Linie 4311 entsteht eine Reihe von Linien, die ein nach Rot abschattiertes Band zu bilden scheinen, dessen Kante 4311 ist. Mit wachsendem Druck dehnt sich das Band immer weiter nach Rot aus, aber 4311 verliert den Charakter als Kante. Mit der Verbreiterung ist eine Verschiebung verbunden, die sich natürlich nur mit geringer Genauigkeit messen läßt, bei 25 Atm. etwa eine halbe Angströmeinheit erreicht. Ferner werden die Linien mit wachsendem Druck schwächer und verschwinden schließlich, das Spektrum wird kontinuierlich. Die Linien der ersten Nebenserie verschwinden zuerst, schon zwischen 25 und 30 Atm.

Außer den Linien zeigt sich ein Bandenspektrum, dessen Linien aber auch durch Druck verbreitert werden und schließlich zu dem kontinuierlichen Grund zusammenfließen. Nach den Photographien zu urteilen ist dies Bandenspektrum außerordentlich unklar, von einem regelmäßigen Bau ist nichts zu sehen. Im Bd. V dieses Handbuchs sind schon Tabellen für drei verschiedene Bandenspektren des Silbers veröffentlicht, zwei von Hartley, eins von Duffield und Rossi. Es scheint, als ob das unter Druck auftretende Spektrum wieder verschieden sei. Aber bei der großen Unsicherheit der Angaben und der scheinbaren Veränderlichkeit mit Druck sei von der Wiedergabe der langen Tabelle Duffields abgesehen.

Im Anschluß an die Untersuchungen über den Bogen sei eine Diskussion von King [120] erwähnt, welche sich gegen die Meinung von Hemsalech [Phil. Mag. (6), 36, p. 209–230, 281–296, (1918)] richtet, die Emission der Spektrallinien werde nur chemisch oder elektrisch hervorgerufen, nicht durch Wärme. Dabei hatte Hemsalech auch anzugeben, daß es ihm unmöglich gewesen sei, durch Wärme allein die Linien von Cu und Ag zu erzeugen. King betont mit Recht, daß ein Beweis für die Unwirksamkeit der Wärme nicht erbracht sei, seine Versuche die gegenteilige Annahme wahrscheinlicher machen.

Wenden wir uns nun zu den Funkenspektren. Da sei zuerst Joye [78] erwähnt, der den Einfluß der Selbstinduktion bei vielen Funkenspektrum, darunter auch dem des Silbers, behandelt. Er gibt auch eine Messungsreihe des Spektrums. Das Einzelne sehe man in der Arbeit selbst. Hartley [89] will die empfindlichsten Linien feststellen, und die Substanzmenge, welche sie erzeugt, ein sehr vager Begriff. Ein einzelner Funke gebe die Linien 2448 und 2413, dabei werden 0,000033 mg verbraucht. Für die Knallgasflamme seien 3383 und 3281 die empfindlichsten Linien, welche durch 0,1 mg erzeugt werden.

Scharbach [91] läßt nach der Methode von Goldstein Funken durch Pulver von Silberchlorid gehen und erhält eine Menge Linien. Die meisten deutet er mit Recht als Chlorlinien; aber eine bei 5424 gibt er als Silber, was sicher ein Irrtum ist. Denn hier ist nur von sehr wenigen eine schwächste Silberlinie angegeben, während bei 5423,4 eine der stärksten Chlorlinien liegt. Die Methode hat also keine Silberlinien hervorgebracht.

Janicki [73] erzeugt einen Bogen im Vakuum zwischen metallischem Silber und Wehneltkathode, untersucht das Spektrum mit Lummerscher Interferenzplatte. Alle Serienlinien zwischen 5471 und 3810 erweisen sich als einfach und sehr scharf. Dasselbe Resultat erhält mit Stufengitter Wali Mohammad [86].

Janicki und Seeliger [95] vergleichen die Spektren von Bogen und Funke mit denen von positiver Säule und Glimmlicht. Bei Silber sind keine bemerkenswerte Unterschiede zwischen den resp. Spektren vorhanden; nur endeten die Linienspektren in Glimmlicht und Säule bei λ 3280, während ein

Bandenspektrum dort sichtbar war, dessen Hauptkanten bei 3390, 3350, 3357 lagen. Diese Zahlen erinnern an die von Hartley [53] 3390, 3358.

Reismann [63] untersucht mit einem Apparat, der demjenigen von Janicki [73] ähnlich ist, den Unterschied an den Polen des Geißlerrohrs. Bei Silber findet auch er keine Unterschiede, aber ein Bandenspektrum, dessen Hauptkanten sind: 4388, 4296, 4264, 4180, 4123, 4095. Die Banden sind nach Rot abschattiert, es scheinen die Banden von Duffield und Rossi zu sein. (Vgl. Bd. V, p. 92.)

Stark und Hardtke [119] erforschen den Einfluß des elektrischen Feldes auf ein paar Linien der zweiten Nebenserie: 4212, 4210, 4055, 3813, 3810, 3682. Die Linie 3813 ist freilich sonst nicht beobachtet.

Der gesetzmäßige Bau des Silberspektrums ist erst zum Teil aufgeklärt. Neben zwei schon von Kayser und Runge gefundenen Nebenserien ist eine Bergmannserie nachgewiesen, sowie zwei Paare einer Hauptserie neben einer Anzahl von Kombinationslinien, die in der Tabelle nach der Zuordnung von Dunz [82] angegeben sind, ebenso wie die Terme, die auf Grund der aus der zweiten Nebenserie berechneten Grenze ermittelt sind. Möglicherweise sind die Glieder Nr. 4 und 5 der ersten Nebenserie in Wahrheit Kombinationen $2p_1 - m\,\Delta p$. Catalán Sañudo [112] hat der zweiten Nebenserie die Grenzen berechnet, noch einige Glieder zugefügt und ein zweites Glied der Hauptserie neu bestimmt. Eingehend hat sich Hicks [110, 91a, 122] mit dem Silberspektrum beschäftigt. Man findet bei ihm eine neue Berechnung der Grenzen und Serien, ferner eine Untersuchung über das Funkenspektrum des Silbers, in dem er eine große Anzahl nach Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen ausgesuchter konstanter Differenzen findet, die nach seiner Annahme unter sich und mit den Linien des Serienspektrums in Zusammenhang stehen. Endlich untersucht Hicks [122] die Größe und das Verhalten des von ihm als abhängig vom Atomgewicht angenommenen in den Serienformeln vorkommenden Terms. Man vergleiche für die Einzelheiten dieser Berechnungen 110, 122, 125; durch die Erkenntnis der Bedeutung der Ordnungszahl scheint die Untersuchung der Atomgewichtsterme überholt. Im Bereiche des Röntgenspektrums sind eine Reihe von Linien der K- und L-Serien gemessen worden, zuerst von Moseley [98], dann insbesondere von Siegbahn [103, 106, 109, 107, 116] und seinen Mitarbeitern. Die stärksten Linien der L-Serie treten außerdem leicht als Verunreinigungen im Cu-Spektrum auf und sind mehrfach mitgemessen worden. In der Tabelle findet man die neuesten Messungen von Hjalmar [123, 124] neben einigen älteren Messungen. Die Bezeichnung stammt von Siegbahn. Die Wellenzahlen dürften in der zweiten Stelle hinter dem Komma in X-Einheiten noch unsicher sein. Als Wellenlänge der Absorptionskante geben u. a. Wagner [102] 4900, de Broglie [106] 4793, Blake und Duane [115] 4850. Man vergleiche auch Duane und Hang-Fuh Hu [118], sowie Siegbahn und Jönsson [117].

Während des Druckes der vorstehenden Seiten ist eine neue Arbeit zu Ag erschienen:

B. E. Moore, Excitation stages in open arc-light spectra. Part. II. Astrophys. J. **54**, p. 246—272 (1921).

Der Verf. teilt die Linien in verschiedene Klassen, je nach ihrem Erscheinen im Bogen mit wachsender Stromstärke, 0,02 bis 1 Amp. Zur ersten Klasse gehören natürlich 3383 und 3281; zur zweiten: 5472, 5466, 5209 usw.

ALUMINIUM Al = 27,1. Z. = 13

Literatur.

[92] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p 511—524 1909

[93] Fr. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen Dissert Berlin 1909, Berlin bei Hartkopf, 41 pp

[94] L. Janicki, Die Beschaffenheit der Spektrallinien der Elemente Ann d Phys (4) 29 p. 833 868 1909

[95] Lecoq de Boisbaudran, Sur les spectres de bandes du baryum et de l'aluminium. C. R. 149 p 869 881 1909

[96] P. Bonifacius Huber, Einfluß der Selbstinduktion auf die Spektren von Metallen und besonders von Legierungen. Dissert Freiburg Schweiz 1909

[97] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Funkenspektren Wien Ber 118 IIa p 1077 1100 1909

[98] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren Wien Ber 119 IIa p 519 613 1910

[99] F. Paschen Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra III Ann d Phys 4 33 p 717 738 1910

[100] G. A Hemsalech, Sur les durées relatives des raies du calcium dans l'étincelle de selfinduction C. R 151 p 220 224 1910.

[101] F. L. Wagner, Das ultraviolette Funkenspektrum der Luft Dissert Bonn 1911 Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 69 89 1911.

[102] B. Dunz, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien Dissert Tübingen 1911. Bei Laupp, Tübingen. 69 pp.

[103] J. Barnes, The spectra of aluminium, copper and magnesium in the arc under reduced pressure Astrophys. J 34 p 159 163 1911

[104] J. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of the vapours of some metals and metallic chlorides Proc. Roy. Soc Dublin 2) 13 p 202 218 1912

[105] H. Oellers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspektrum verschiedener Metalle Dissert. Münster 1912, Zs f wiss Photogr 10 p 374 432 1912

[106] T. van Lohuizen, Bijdrage tot de kennis van Lijnenspectra Dissert Amsterdam 1912.

[107] Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen Dissert Göttingen 1912

[108] Th. Lyman, Spark spectra of the alkali earths in the Schumann region Astrophys. J. 35 p. 341 353 1912

[109] F Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck 2. Aufl. Bd. II und III Leipzig und Wien bei Deuticke 1911 u 1912

[110] W. M Hicks, A critical study of spectral series II Phil Trans A 212 p 33—73 (1912).

[111] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities of elements producing these lines. Proc. Roy Soc A 87 p 38 48 1912

[112] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektra Ann d Phys 4 39 p 53 79 1912

[113] Th. Lyman, The ionisation of gases by light and the spark of aluminium in the Schumann region. Phys. Zs. 13 p. 583—584 (1912).

[114] G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineux de divers éléments dans l'étincelle électrique. C. R. 154 p. 872—874 (1912).

[115] E. E. Howson, Band spectra of Aluminium, Cadmium and Zinc. Astrophys. J. 36 p. 286—292 (1912).

[116] H. Künemann, Die Verteilung der Emission in dem Bogen zwischen Metallstäben für Wellenlängen unterhalb λ 4000. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 65—76, 128—143 (1913).

[117] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach dem internationalen System. Wien. Ber. 122 IIa p. 607—638 (1913).

[118] W. Huppers, Neue Messungen der Bogenspektra einiger Metalle unterhalb λ 3200. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 46—88 (1913).

[119] R. Grünter, Das Bogen- und Funkenspektrum von Aluminium in I. A. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 1—19 (1914).

[120] A. B. Manning, Note on the spectrum of the aluminium arc. Astrophys. J. 37 p. 288—291 (1913).

[121] J. Stark, G. Wendt, H. Kirschbaum und R. Künzer, Ein- und mehrwertige Linien des Al, A und Hg in den Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 42 p. 241—302 (1913).

[122] A. de Gramont, Sur le spectre de bandes de l'aluminium et sa présence dans les spectres de flamme de certains minéraux. C. R. 157 p. 1364—1368 (1913).

[123] A. S. King, A study of the relation of arc and spark lines by means of the tube arc. Astrophys. J. 38 p. 315—340 (1913). — Mt. Wilson Contrib. 78.

[124] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part III. The atomic weight term and its import in the constitution of spectra. Phil. Trans. A 213 p. 323—420 (1913).

[125] H. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) 26 p. 1024—1034 (1913). — ib. (6) 27 p. 703—713 (1914).

[126] Otto Oldenberg, Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen. Dissert. Göttingen 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 133—172 (1913).

[127] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelle de quelques éléments. C. R. 158 p. 1416—1419 (1914).

[128] L. Janicki und R. Seeliger, Über die Lichtemision von Metalldämpfen in der Glimmentladung. Ann. d. Phys. (4) 44 p. 1151—1158 (1914).

[129] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum... Wien. Ber. 123 IIa p. 615—628 (1914); Zs. f. wiss. Photogr. 14 p. 137—147 (1914).

[130] J. Stark und R. Künzer, Ein- und mehrwertige Linien des Al, S, Cl, J und des N in den Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 29—74 (1914).

[131] S. Popow, Über eine Gesetzmäßigkeit in den Linienspektren. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 147—175 (1914).

[132] R. A. Wetzel, The transverse Stark effect upon Aluminium doublets. Physic. Rev. 4 p. 560 (1914).

[133] S. Krametyk, Über die räumliche Verteilung der Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. Ann. d. Phys. (4) 48 p. 375—409 (1915).

[134] Ivar Malmer, Untersuchungen über die Hochfrequenz-Spektra der Elemente. Dissert. Lund. 1915.

[135] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogenspektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien. Ber. 124, IIa p. 101—120 (1915).

[136] Th. F. Robinson, The spectra of cathode metals. Astrophys. J. 42 p. 473—478 (1915).

[137] E. Friman, Die Hochfrequenzspektra der Elemente. Dissert. Lund 1916.

[138] G. Wendt und R. A. Wetzel, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes usw. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 419—432 (1916).

[139] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und ultraroten Spektralbezirk. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 713—728 (1916).

[140] F. Paschen, Bohrs Heliumlinien. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 901—940 (1916).

[141] F. A. Saunders, Notes on certain ultraviolet spectra. Astrophys. J. 43 p. 234 bis 242 (1916).

142) T. Takamine and Shigeharu Nitta, The spark and the vacuum arc spectra of some metals in the extreme ultra-violet. Mem Coll. Kyoto 2 p. 117–135 1917.

143) M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioakt. 13 p. 296–341 1916.

144) M. Siegbahn und W. Stenström, Die Röntgenspektra der Elemente Natrium bis Chrom. Phys. Zs. 17 p. 318–319 1916.

145) A. M. Johanson, Eine neue Formel für Berechnung von Serien in Linienspektren. Ark. Math.-Astr.-Fysik. 12 p. 1–92 1917.

146) M. Bögemann, Beiträge zur Kenntnis der Spektra der Halogene. Dissert. Münster 1917.

147) H. Deslandres, Remarques sur la constitution de l'atome et les propriétés des spectres de bandes. C. R. 169 p. 1179–1186 1919. Ib. 168 p. 861–868 1919.

148) William Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. (2) 14 p. 516–521 1919.

149) J. Stark und O. Hardtke, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. Ann. d. Phys. (4) 58 p. 712–722 1919.

150) J. C. Mc Lennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultra-violet. Proc. Roy. Soc. A 95 p. 316–332 1919.

151) H. Fricke, The K-characteristic absorption frequencies for the chemical elements magnesium to chromium. Phys. Rev. (2) 16 p. 202–215 1920.

152) E. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Röntgenspektren Elemente Cu bis Na. Zs. f. Phys. 1 p. 439–458 1920.

153) M. Siegbahn und K. A. Wingårdh, Eine Methode für Intensitätsmessungen bei Röntgenstrahlen nebst einigen vorläufigen Absorptionsbestimmungen. Phys. Zs. 21 83–88 (1920).

154) F. M. Walters, Wave-lengths measurements in arc spectra photographed in the yellow red and infra-red. Sc. Pap. Bur. of stand. Nr. 411 1921.

155) F. K. Richtmyer, The laws of absorption of X-rays. Phys. Rev. (2) 18 p. 13 bis 30 1921.

Das Linienspektrum des Al war bei Abfassung des Bandes V nur schlecht bekannt, da im wesentlichen nur die Messungen von Kayser und Runge und von Exner und Haschek vorlagen. Das ist erheblich besser geworden: zunächst hat Grünter [119] eine vortreffliche Messung des ganzen Bogen- und Funkenspektrums geliefert; dann haben Exner und Haschek [109] auch den langwelligen Teil berücksichtigt. Eder und Valenta und Eder allein [92, 97, 98, 117, 120] haben erhebliche Stärke des Spektrums gemessen. Im Ultrarot fügt Paschen [99] noch eine Linie bei 3,9 μ hinzu, dann machen hier Lohmann [125], Meissner [130] und Walters [154] Messungen. Im kurzwelligen Teil mißt Wagner [101] beiläufig Aluminium-Funkenlinien, welche ich aber als wenig genau nicht in die Tabellen aufnehme. Dann macht Huppers [118] hier Angaben. Für die allerkürzesten Wellen endlich liegen Messungen von Bloch [127], Takamine und Nitta [142], Mc Lennan [150], Handke [93] und Lyman [108] vor; letzterer erreicht λ 1238. Freilich kann man noch lange nicht sagen, das Spektrum sei gut bekannt, denn eine große Anzahl von Linien werden nur von einem Beobachter angegeben, bleiben also zweifelhaft. Das erwähnte Zahlenmaterial ist in folgender Tabelle vereint, wobei die Messungen nach Rowland auf I. A. umgerechnet sind:

		Paschen 91, 99	Meißner Bogen 139	Grünter Bogen 119	Exner u. Haschek Bogen 109	Eder Bogen 90, 128	Grünter Funke 119	Eder u. Valenta Funke 92, 97	Exner u. Haschek Funke 109	Walters Bogen 154	
4 ⅃p—R5—?	39108	6									
2p₁—2.5s	21166	3									
2p₂—2.5s	21098	2									
2p₁—4d	16752	2									
2p₂—4d′	16720	5									
1.5s—3p₂	13151	65									
1.5s—3p₁	13125	3[illegible]									1
3d—4 ⅃p	11255	5									1
3d—5 ⅃p	8775	1	4.56							4.48 5r	1
3d—6 ⅃p	7836	—	6.85							7.1 6ur	1
	7466	—	6.—							—	
	7362	—								5 2nr	
	7057							7		—	
	7042	—						3		—	
1.5s—4p₂	6698	70		734 3		77 4				7.8 5	
1.5s—4p₁	96	06		064 3		68 5				12 7	
	6245	—					05 2u	6	1 2u	—	
	6233	—		—		—	60 1u	3	8 1u	—	
	6287	—		—		—	—	8		—	
	6193	—		—	5 1u	—	—	—	—	—	
	77	—		—	6 1u	—	—	—	—	6.36 2u	
	70	—			4 1u	—	—	—	—	—	
	51			—	7 1u	—	—		—	69 2u	
	5722	—		—	—		65 2u	33	58 5	—	
	5696			—	—	—	47 3u	40	49 10	—	
	5651	—		—		—	—		—	49 2u	
	5636	—		—	—	—	—		—	15 2	
1.5s—5p₂	5557	95		95 1u		8.15	—		—	95 3	
1.5s—5p₁	57	06		08 1u	—	35	—		—	02 3	
1.5s—6p₂	5105	39? d?		—	—	—	—		—	—	2

1) Lehmann 111 gibt mit sehr geringer Genauigkeit die Linien: 13102 1, 11229.2 3, 8770.1 2, 7833.5 2, 6696.8 2

2 Manning 119 mißt: 5107.5 und 5105.57.

		Grünter Bogen [119]	Exner und Haschek Bogen [109]	Grünter Funke [119]	Exner und Haschek Funke [109]	
$1.5s-6p_2$	4703	—	—	—	0 1u	
	01	—	—	—	3 1u	
	4672	—	—	—	8 1u	
	67	—	—	—	2 1u	
	63	—	—	363 5u	37 5	
	4589	—	—	—	8 1u	
	79	—	—	—	3 1u	
	67	—	—	—	8 1u	
	64	—	—	—	8 1u	
	29	—	—	49 8u	5 10u	
	12	—	—	84 6u	83 5u	
	10	—	—	—	8 1u	
	4479	—	—	—	8 5u	
	66	—	—	—	48 1u	
	48	—	—	—	2 1u	
	00	—	—	—	2 1u	
	4370	—	—	—	8 1	
$1.5s-2p_1$	3961	540 10R	56 1000R	538 10Rr	59 100	1)
$1.5s-2p_2$	44	032 10R	05 800R	027 10Rr	07 50r	
	00	—	—	68 2	68 2	
	3810	—	—	—	01 1	
	04	—	—	—	08 1	
	3791	—	—	—	77 1	
	88	—	—	—	6 1u	
	85	—	—	—	35 1	
	82	—	—	—	25 1	
	81	—	—	—	2 1u	
	79	—	—	—	07 1	
	75	—	—	—	05 1	
	72	—	—	—	10 1	
	40	—	—	—	2 1	
	13	—	—	60 3u	70 3u	
	02	—	—	57 2u	55 2u	
	3612	—	—	47 7u	47 20	
	01	—	—	74 8u	83 30	
	3586	—	—	82 10U	90 100u	
	63	—	—	9 0u	8 1u	
	61	—	—	73 1u	7 1u	
	39	—	—	15 0u	1 1u	
	35	—	—	47 0u	5 1u	
	34	—	—	2 0U	2 1u	
	27	—	—	15 0U	18 1u	
	04	—	—	—	9? 1u	
	03	—	—	56 1u	5 1u	

1) Dieses Linienpaar tritt überall im Bogen als Verunreinigung auf, und ist in vielen Bonner Arbeiten gemessen. Es seien folgende Zahlen gegeben:

3961: 539, 537, 530, 535, 543, 536, Mittel 5367
3944: 026, 030, 018, 026, 027 024, Mittel 0251.

		Grünter Bogen [119]		Exner und Haschek Bogen [109]		Huppers Bogen [118]		Grünter Funke [119]		Exner und Haschek Funke [109]		Eder Funke [117]		
	3491	—		—				80	1u	90	1u			
	3336	—		—				12	1u	1	1u			
	18	—		—				47	1u	5	1u			
	01	—		—				86	1u	84	1			
	3286	—		—				834	1R	5.86	1u			
	42	—		72	1			—		—				
	36	—		81	1			—		—				
	28	—		14	1			—		—				
	3138	—		—				—		8	1			
	3092	843	6R	87	500R			851	4R	83	15			
	92	716	10R	76				720	10Rr	70				1)
	82	159	10R	18	500R	15	80R	162	10Rr	18	10r			
	66	162	4	16	3	28	4	162	3r	28	1			
	64	304	4	31	3	28	4	308	3r	43	1			
	59	933	2	92	1	90	1	938	1r	—				
	57	155	5	15	4	18	4	150	4r	28	2			
	54	697	4	69	3	70	4	704	3r	78	1			
	50	079	4	08	3	08	3	079	3r	18Cr?	1			
	2927	—		—		84	2	8	1U	8	1u			2)
	2816	—		—		23	2	33	10u	30	20			
	2669	—		—		08	1	159	1	13	1			
2p₁—2.5s	60	393	10R	40	20R	32	20u	395	6Rr	40	3			
2p₂—2.5s	52	484	10R	46	15R	41	15u	480	4Rr	50	2			3)
	38	—		—		16	1	16	0U	1	1u			
	31	—		—		70	1	74	5u	73	4			
	2575	411	3R	47	5	vorh.		449	2r	43	1r			
	75	113	10R	11	20R			110	6Rr	13	3r			
	67	997	10R	99	20R	95	18R	995	6Rr	8.02	3r			
	2475	—		—		4.98	1u	01	0U	0	1u			
	59	—		—		77	1u	—		7	1u			
	57	—		—		—		8	0U	—				
	33	—		—		—		555	1	54	1			
2p₁—3.5s	2378	408	3	45	3	47	8	441	2r	41	1			4)
2p₁—5d′	73	360	2R	52	1	30	10R	362	2R	2	2u			
2p₁—5d	73	132	8R	15	5R	—		132	4R	2	1u	14	4	
2p₂—3.5s	72	084	3	12	2	08	4R	045	3v	03	3	03	5	5)
	70	226	1	22	1	22	1u	226	1	22	1	13	1	

1) Auch für dieses Linienpaar liegen zahlreiche Bonner Messungen vor:
3092: 717, 725, 714, 716, 721, 716, Mittel 7181
3082: 163, 163, 159, 162, 166, 158, Mittel 1615.

2) Huppers (118) gibt noch zahlreiche Linien, die sonst nicht beobachtet sind:
2910.45 (2), 2870.96 (1u), 2741.00 (2u), 2707.49 (1u), 2704.95 (1u), 2677.05 (1u), 2640.05 (1u), 2566.20 (1u), 2595.76 (1u), 2552.39 (2), 2548.61 (2), 2547.76 (1), 2538.82 (1u), 2529.78 (1u), 2520.55 (1), 2497.65 (1u), 2496.43 (1u), 2494.60 (1), 2452.12 (1), 2412.66 (1u), 2405.74 (1u), 2390.04 (1u), 2380.81 (1u).

3) Diese Linie ist von Hampe im Bogen zu 2652.487 gemessen.

4) Diese Linie ist von Buchholz im Bogen zu 2378.436 gemessen.

5) Paschen (140) mißt diese Linie zu 2373.122.

		Grünter Bogen [119]	Exner u. Haschek Bogen [109]	Huppers Bogen [118]	Grünter Funke [119]	Exner u. Haschek Funke [109]	Eder Funke [117, 129]	Bloch [127]	
	2369	309 2	29 1	28 1	304 2	28 2	09 4r		
	68	116 1	—	—	111 1	12 1	01 2		
	67	616 1	—	—	614 1	62 1	54 2		
$2p_2$— 5d′	67	064 8R	05 5R	04 8	061 4R	10 2	07 4		1)
	21	567 2	57 1	55 2	562 2	60 2	53 4		2)
	19	—	—	06 1	046 2	04 1	8.96 2		
	17	—	—	54 1	476 1	45 1	41 2		
	14	—	—	96 1	980 1u	97 1	96 2		
	13	—	—	53 1	531 1	53 1	46 2		
$2p_1$— $5p_1$	12	—	—	38 1	460 1	46 1	46 2		
$2p_1$— 6d′	2269	212 2R	18 3R	23 5R	—	—	09 4		
$2p_1$— 6d	69	093 4R		—	091 2R	08 1			3)
$2p_1$—4.5s	63	731 2	—	—	—	—	—		3)
$2p_2$— 6d′	63	453 4R	50 3	54 5R	450 2R	43 1	43 4		
$2p_2$—4.5s	57	999 2		8.20 1			—		
$2p_1$— 7d	10	046 2R		08 1R			03 4		
$2p_2$— 7d	04	627 2R		69 1R			65 2		
$2p_2$—5.5s	2199	569 1					—		
$2p_1$— 8d	74	028 1R					02 2		
$2p_2$— 8d	68	805 1R					80 2		
$2p_1$— 9d	50	59 1							
$2p_2$— 9d	45	39 1							
$2p_1$—10d	34	70 1							
$2p_2$—10d	29	44 1							
	2093							70	
	81							73	
	74							77	
	62							03	
	45							15	
	22							96	
	16							67	

	Eder Funke [117]	Eder Funke [129]	Mc Lennan [150]	Takamine[4] u. Nitta [142]	Lyman Funke [108]	Handke [93]
1989	79 8	77 8	9 14	8		
35	18 7	15 7	1 4	2		
30	30 2	33 2	4 10	3		
1862	09 4	06 4	8 32	1	8 50	

1) Paschen (140) mißt diese Linie zu 2367.051.

2) Huppers (118) gibt noch: 2341.35 (1u), 2340.05 (1u), 2335.90 (1u), 2325.91 (1u), 2310.93 (1), 2306.90 (1), 2304.93 (1), 2299.18 (1), 2216.86 (1).

3) Paschen (140) mißt diese Linien zu 2269.094 und 2263.641.

4) Diese Arbeit ist nicht zugänglich. Die Zahlen sind bei Mc Lennan (150) entnommen.

		Eder Funke [129]		Mc Lennan [150]		Takamine u. Nitta [142]	Lyman Funke [108]		Handke [93]	
	1861	—		—		5	—			
	58	7.44	1	—		7.4	2	10		
	55	—		—		3	—			
	54	3.96	3	5	32	0	7	50		
	36			—			—		8	1
	33			—			—		2	1
	20			—			—		6	2
	19			—			—		6	2
	18			—			5	3	9.0	4
	1792			—			—		1	3
	77			—			—		8	1
	76			—			9	4	7.1	4
	74			—			—		9	1
	73			—			8	2	8	2
	72			—			—		9	1
	69			—			—		6	1
	67			—			6	8	8.0	7
	66			6	4		—		9	1
	65			—			7	8	6.0	7
	63			—			8	10	4.2	9
	61			9	10		9	8	2.4	7
	60			—			0	8	4	7
	51			—			7	2	2.1	5
	50			—			0	3	4	2
	47			—			7	1	8.3	3
	45			—			3	U	6.3	8
	42			—			7		3.6	9
	41			—			—		1	1
3pi—3dj[1]	25			4.3	10		0	10	3	8
3pi—3dj	21			0.7	9		2	9	2.0	7
3pi—3dj	19			18.5	0		3	9	20.0	5
	18			—			3	1	9.1	2
	1676			—			—		1	1
	70			vorh.			6	10	1.05	7
	11			vorh.			8	8	2.15	3
	05			vorh.			6	8	95	2
	1540						1	1		
	1383						9	5		
	79						5	3		
	52						8	1		
	43						4?	2		
	26						6?	1		
	19						4?	6		
	10						8?	6		
	1276						4?	2		
	75						0?	3		
	64						5?	1		
	38						8?	1		

1) Nach Popow [131]; die Zählung ist unsicher.

X-Einheiten.

	Moseley [125]	Siegbahn u. Stenström [144]	Hjalmar [152]
$K\alpha_1$	8364	8360	8319.40
$K\alpha_{1'}$		8310	8285.60
$K\alpha_3$		8300	64.60
$K\alpha_4$			53.00
$K\alpha_5$			05.80
$K\alpha_6$			8189.20
$K\beta_3$			8025.
$K\beta_1$	7912	7986	7940.50

Terme[1]).

$2p_1$	48167	$2p_2$	48280	1.5s	22933
$3p_1$	15316	$3p_2$	15331	2.5s	10591
$4p_1$	8003	$4p_2$	8009	3.5s	6137
$5p_1$	4943	$5p_2$	4946	4.5s	4009
$6p_1$	3350	$6p_2$	3552	5.5s	2829
3d	15844	3d′	15845	9d	1685
4d	9347	4d′	9351	10d	1637
5d	6043	5d′	6047	11d	1091
6d	4112	6d′	4114		
7d	2935	7d′	2936	$4\Delta p$	6963
8d	2986	8d′	2987	$5\Delta p$	4452

Oellers [105] untersucht die Emission in verschiedenen Teilen des Bogens, indem er mit Prismenkamera Aufnahmen macht. Sämtliche Linien sind am positiven Pol stärker, ebenso der kontinuierliche Grund. Dagegen sind die Banden zwischen 5076 und 4887 in der Mitte des Bogens am stärksten. Für den kurzwelligen Teil bestätigt Könemann [116] das Überwiegen des positiven Poles, am meisten bei den Serienlinien.

Frl. Bögemann [146] untersucht, ähnlich wie früher Goldstein und Scharbach, die Spektra von Aluminiumsalzen in einer Vakuumröhre. Die Halogensalze des Aluminiums verdampfen meist in einer Quarzröhre und geben neben charakteristischen Banden beim Stromdurchgang die Linien des Funkenspektrums, allerdings mit anderer Intensität als in Luft bei Atmosphärendruck oder im Funken zwischen Metallelektroden. Insbesondere erscheinen die sonst sehr diffusen Paare der ersten Nebenserie völlig scharf. Die diffuse Funkenlinie 3587 des gewöhnlichen Spektrums erweist sich als scharfes, enges Triplet.

Pollock [104] erhitzt das Chlorid im Geißlerrohr und gibt die Intensitäten der gesehenen Linien. Es treten hauptsächlich die Serienlinien auf, daneben zwei Banden, die nach längeren Wellen abschattiert sind, bei λ 2610 und λ 2590.

Barnes [103] sagt, der Bogen im Vakuum zeige erhebliche Differenzen gegen den Bogen in Luft. Wenn der Druck 0.5 cm beträgt, erscheinen Funkenlinien, manche sehr stark z. B. 4663, 3587, 2631. Besonders stark ist 2816, welche Linie eine ähnliche Rolle zu spielen scheint, wie 4481 bei Magnesium. — Außerdem traten Banden deutlich auf zwischen 437 und 424.

Auch Saunders [141] arbeitet mit Vakuumbogen bei kurzwelligen Linien. Das Spektrum sei identisch mit dem Funkenspektrum von Lyman, nur die Linie bei 1670 relativ stärker als das Triplet bei 1720.

1) Johansen [144] berechnet hierfür 1.5s = 22930, $2p_1$ = 48164, Hicks [110] 22927 bzw. 48161.

Die Struktur von Al-Linien ist von Janicki [94] und Wali-Mohammad [107] geprüft, aber von beiden nur die des Paares 3961 und 3944; beide Linien sind einfach.

Oldenberg [126] und Kramstyk [133] beschäftigen sich gleichfalls mit der Intensitätsverteilung der Aluminiumlinien im Funken und im Bogen. Hierbei widersprechen sich die Angaben im einzelnen. Kramstyk behauptet, daß die Al-Banden nur in der Aureole auftreten, die Linien der Hauptserie hohle Bilder liefern, die Bilder der ersten Nebenserie größer seien als diejenigen der zweiten.

Es ist eine jetzt schon alte Erfahrung, daß in Geißlerröhren unter Umständen auch Linien der Elektroden auftreten. Robinson [136] will die Erscheinung näher verfolgen; er findet Al-Linien bei Füllung mit Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff. Ich selbst habe sie seinerzeit in Argon beobachtet.

Janicki und Seeliger [128] konstruieren ein besonderes Entladungsrohr, in welchem die Metalle intensiven Kathoden- oder Anodenstrahlen ausgesetzt sind. Sie erhalten von Al die stärksten Bogenlinien und — nur im negativen Glimmlicht — die Funkenlinien 2816 und 2631.

Huber [96] untersucht den Einfluß der Selbstinduktion auf das Funkenspektrum von Legierungen von Al mit Mg und mit Zn. In Tabellen sind die Intensitäten der Linien angegeben. Er führt dabei auch eine ganze Anzahl bisher nie gemessener Linien an, die ich aber hier nicht wiedergebe, da ich den Angaben sehr mißtraue. So wird im Al-Spektrum eine Linie λ 3330.00 angeführt mit Intensität 50 (welche sonst nur noch die Linie 2816 zeigt), und 3438.00 mit Intensität 20, die beide nicht existieren, auch für kein anderes Element als hervorragende Linien bekannt sind.

Für den Zeemaneffekt sind keinerlei neue Arbeiten zu notieren, er ist für Al noch so gut wie unbekannt. Dagegen ist der Effekt des elektrischen Feldes untersucht. Wendt und Wetzel [138] erhalten für das Paar 3092, 3082 keine Wirkung, für das Paar 2575, 2568 eine Verbreiterung um 0.2 bis 0.3 A, für das Paar 2373, 2367 eine solche von 0.4 bis 0.5. — Wetzel [132] findet für 2660, 2652 keine Wirkung, ebensowenig für 3093, 3082 und 2575, 2568, während bei 2373, 2367 eine sehr kleine Verschiebung nach Rot sichtbar ist. Stark und Hardtke [149] erhalten für die beiden letzten Paare keine Wirkung.

Stark mit Schülern [121, 130] sucht auch nach seiner Methode der Abschattierung des Dopplerstreifens in Kanalstrahlen festzustellen, ob die einzelnen Linien von ein-, zwei- oder dreiwertigen Ionen ausgesandt werden, d. h. solchen, die ein, zwei oder drei Elektronen abgegeben haben. Danach sollen alle Paare der ersten und zweiten Nebenserie von einwertigen Ionen stammen, ebenso wahrscheinlich die Linien 3057, 3050, 2321, 2319, 2317, 2314. 4663 ist zweiwertig, 4479, 4529, 4512 sind dreiwertig, 3900, 3612, 3601, 3586, 2816, 2631 sind zwei oder dreiwertig. Einige Linien finden die Autoren nicht

und bezweifeln daher ihre Zugehörigkeit zu Al: 3066, 3064, 3060; 3054 und die beiden Paare: 2426, 2419; 2231, 2225. Letztere sind allerdings nur von Kayser und Runge beobachtet, passen jedoch als $2p_1-6p_1$ bzw. $2p_2-6p_2$ in das Kombinationsschema, wenn auch mit etwas geringerer Genauigkeit als die übrigen Linien.

In bezug auf das Linienspektrum sind noch folgende Arbeiten zu erwähnen: Hartley und Moss [111] können mit fünf Funken die Linien 3944, 3587, 3092, 3082, 2816 photographieren; ein Funke liefert nur 3587, welches also die empfindlichste, Restlinie, ist.

Hemsalech [100] bläst den Funken auseinander, photographiert das Spektrum des „trait du feu" und der ersten Schwingung. Aus der Länge der in letzterer auftretenden Linien wird auf die Leuchtdauer geschlossen. Es wird gefunden, daß die Leuchtdauer im allgemeinen proportional der Intensität der Linie ist. Aber das gilt nicht für Linien von Verunreinigungen; so treten in seinem Ca-Funken auch Linien von Sr, Mg und Al auf, wobei erstere relativ zu Ca zu lang, die von Mg zu kurz sind, während Al sich normal verhält. In einer zweiten Arbeit [114] mißt Hemsalech die Geschwindigkeit der emittierenden Teilchen. Für Al findet er 34 m/sek.

Lyman [113] bespricht die Ionisation der Luft durch Al-Funken, die hauptsächlich durch eine Gruppe bei λ 1300 hervorgerufen werde. Die Notiz enthält schöne Photographien des Spektrums des Al-Funken in Wasserstoff und in Luft in der Schumannregion.

Zu dem Bandenspektrum des Al sind mehrere Nachträge geliefert. Daß der Funke in Luft ein solches Spektrum im Grün erzeugt, ist schon von Thalén bemerkt, der auch die ersten Messungen von vier Bandengruppen machte. Diese und spätere Messungen, die genauesten von Lauwartz [68], sind in Bd. V angeführt. Gramont [122] fügt zu den fünf bekannten Gruppens noch eine sechste hinzu mit den Kanten 4330.5 (2), 4373.6 (4), 4394.4 (4), 4413.3 (4), 4431.0 (3), 4447.6 (2).

Exner und Haschek [109] geben in ihrer Tabelle der Funkenspektra die Kanten der älteren fünf Gruppen.

Die Ansichten sind immer geteilt gewesen, ob das Spektrum zum Metall oder zum Oxyd gehöre. Lecoq hat das erste angenommen und er sucht das nun zu stützen [95], indem er Zahlenbeziehungen zwischen den Linien und Kanten aufstellt. Sie sind zu sinnlos, um hier aufgeführt zu werden.

Eine Berechnung der Kanten des Aluminiumbandenspektrums nach seiner Formel liefert auch Deslandres [147]. Er gibt für die Schwingungszahlen den Ausdruck $\nu = 3.8/2 \times (n + 0.29)^2 - 1.13/2 \times (p + 0.24)^2 + 17576$, wobei n von 180 bis 192 und p von 227 bis 214 läuft.

Außer diesen Banden sind aber noch andere bei kürzeren Wellenlängen gefunden. Basquin [66] hatte sie zuerst im rotierenden Bogen in Wasserstoff und in Ammoniak gesehen und gemessen. Dann findet sie Barnes [103] im

Vakuumbogen, endlich hat Miß Howson [115] sie gemessen und Formeln für die Linienserien berechnet. In der folgenden Tabelle sind nur die Zahlen dieser letzten Messung angegeben, weil sie allein nach I. A. ausgeführt sind und zweifellos die genauesten sind. Es sind vier nach Rot abschattierte Banden vorhanden.

4241 193	4249.617	4260.999	4270.566	4294.173	4353.359	4363.348
41 652	51.317	61.668	72.593	98.019	54.057	65.018
42 318	53.205	62.451	74.871	4301.997	55.068	67.058
43.023	55.178	63.382	77.556	06.218	56.426	69.488
44.024	57.416	64.463	80.545	10.712	58.097	71.340
45.250	59.400	65.759	83.805	15.428	60.449	74.961
46.528	59.635	67.112	87.113	20.504	61.081	78.935
48.005	60.016	68.732	90.574	53.162	62.047	81.660

Endlich hat Pollock [104] im Geißlerrohr vom Aluminiumchlorid zwei Banden erhalten, die nach längeren Wellen laufen und ihre Kanten bei 2610 (10) und 2590 (4) haben.

Die Kenntnis des gesetzmäßigen Baues des Aluminiumspektrums steht im wesentlichen noch auf dem Standpunkt, den Dunz [102] schildert. Neben den bereits von Kayser und Runge gefundenen Serien kennt man einige Glieder der von Paschen [140] gefundenen Bergmannserie, sowie eine Anzahl Kombinationslinien, die in der Tabelle p. 51 ff. nach Dunz [102] und Popow [131] angegeben sind, ebenso wie die Terme, die von Dunz aus der Grenze der zweiten Nebenserie berechnet. Hicks [110], Lohuizen [106] und Johansen [145] berechnen nach ihren Serienformeln die Serienkonstanten, was zu etwas abweichenden Zahlen führt, die mancherlei Unstimmigkeiten bei der allgemeinen Einordnung der Serienterme aufweisen. Hicks [124] untersucht ferner das nach seiner Theorie von dem Atomgewicht abhängende Glied in seiner Serienformel und stellt eine Reihe von Beziehungen auf, die indes noch zweifelhaft erscheinen. Weiter beschäftigt sich Popow [131] mit den Kombinationslinien im Zusammenhang mit dem Zeemaneffekt und findet ein Triplet von Kombinationslinien. Weitere Kombinationslinien sowie konstante Differenzen gibt Huppers [118] an, insbesondere die Kombinationen $2p_i - 2p_j$, sowie $2p_2 - 2p_2$. Inwieweit diese Einordnungen zutreffen, läßt sich auf Grund des vorliegenden Wellenlängenmaterials nicht mit Sicherheit beurteilen. Angaben über das Verhalten der Serienlinien bei der Emissionsverteilung im Bogen findet man bei Oellers [105], Koenemann [116], Kramstyk [133] und Oldenberg [126]. Das Röntgenspektrum des Aluminiums ist schon von Moseley [125] gemessen worden, der zwei der stärksten Linien der K-Serie fand. Die Zahl dieser Linien wurde dann von Siegbahn und Stenström [143, 144] vergrößert. Endlich hat Hjalmar [152] in jüngster Zeit eine genauere Messung geliefert. Diese Zahlen findet man in der Tabelle p. 56 angegeben. Die Bezeichnung der Linien ist nach Hjalmar angeführt,

ohne die Frage der Systematik und Bezifferung der Röntgenlinien dadurch zu präjudizieren[1]).

Die Wellenlängen der Absorptionskante der K-Serie sind von Duane und Hang-Fuh-Hu [148] sowie von Fricke [151] zu 7947 X-E gemessen worden, Letzterer benutzt Folie von 7 μ Dicke. Eine Struktur der Grenze ist unter diesen Umständen nicht zu erkennen.

Auf die allgemeine Absorption von Röntgenstrahlen in Aluminium kann hier nur hingewiesen werden. Man sehe u. a. Siegbahn und Wingårth [153].

1) Man vergleiche für die Systematik der Röntgenspektren: A. Sommerfeld, Atombau und Spektrallinien, 3. Aufl., sowie G. Wentzel, Zur Systematik der Röntgenspektren. Dissert. München 1921. — Zs. für Phys. 6 p. 84—94 (1921), daselbst die weitere Literatur.

ARCHONIUM.

Literatur.

[1] H. Bourget, Ch. Fabry et H. Buisson, Sur le poids atomique du nébulium et la température de la nébuleuse d'Orion. C. R. 158 p. 1017—1019 (1914).

[2] H. Bourget, Ch. Fabry et H. Buisson, Mesures interférentielles de vitesses radiales et de longueurs d'onde dans la nébuleuse d'Orion. C. R. 158 p. 1269—1271 (1914).

[3] J. W. Nicholson, The constitution of nebulae. Monthly Not. 74 p. 486—506) (1914).

[4] J. W. Nicholson, On the nebular line λ 3729. Monthly Not. 74 p. 623—628 (1914).

[5] W. H. Wright, Note on the nebular line λ 3729. Monthly Not. 75 p. 20—22 (1915).

[6] H. Buisson, Ch. Fabry, H. Bourget, Application des interférences à l'étude de la nébuleuse d'Orion. J. de phys. (5) 4 p. 357—378 (1914).

Es handelt sich um ein rein theoretisches Element. Um den Ursprung der Spektrallinien der Nebel, Wolf-Rayet-Sterne, Novae aufzuklären, berechnet Nicholson [3] auf Grund gewisser Hypothesen die Spektra und Atomgewichte möglichst einfach gebauter Atome, welche er single-ring-Atome nennt, und die aus einem Kern mit einem Elektronenring bestehen. Dabei findet er, daß ein Element, dessen Kern 6e enthält, die Linie 3484 ausstrahlen müsse, die in den Wolf-Rayet-Sternen beobachtet ist, und daß das Atomgewicht etwa 2.947 sein müsse. Dies Element nennt er Archonium [4].

Nun hatten Bourget, Fabry und Buisson [1 u. 2] eine prachtvolle Anwendung ihrer Interferenzmethoden auf den Orionnebel gemacht. Die Größe des Gangunterschiedes, bis zu dem noch Interferenzen beobachtet werden können, hängt von der Breite der Linie ab, und diese ist, da die Verbreiterung wesentlich durch die Bewegung der Atome nach dem Dopplerschen Prinzip entsteht, abhängig vom Atomgewicht. So können Fabry und seine Mitarbeiter schließen, daß die Linie des Orionnebels 3729 von einem Element erzeugt werde, dessen Atomgewicht etwas kleiner als drei sein müsse. Dies nimmt nun Nicholson [4] als sein Element, Archonium, dem also die Linien 3484, 3729 und nach [3] auch 4068.8 (von Wright in Nebeln beobachtet) angehören. — Neuerdings [6] haben die französischen Forscher die Wellenlänge der Linie zu 3728.838 und das Atomgewicht zu 2.74 bestimmt.

Wright [5] bemerkt, daß neben 3728 die stärkere Linie 3726 liege; aus dem stets gleichen Verhalten müsse man auf Zusammengehörigkeit der Linien schließen.

ARSEN ($As = 75.0$, $Z = 33$).

Literatur.

[35] E. Paternò e A. Mazzucchelli, Sopra gli spettri d'emissione di alcuni elementi ad elevata temperatura. Rendic. Acc. Lincei (5) 17, II p. 428—432 (1908).

[36] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910.

[37] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.

[38] F. Exner und Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Bd. III. Leipzig und Wien bei Deuticke 1912.

[39] H. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of vapours of some metals and metallic chlorides. Proc. Roy. Soc. Dublin (2) 13 p. 202—218 (1912).

[40] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities of the elements producing these lines.... Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).

[41] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Metallen nach dem internationalen System. Wien. Ber. 122 IIa p. 607—633 (1913).

[42] T. van Lohuizen, Reihen in den Spektren von Zinn und Antimon. Zs. wiss. Photogr. 11 p. 388—419 (1913).

[43] H. Konen, Sur le rayonnement de résonnance des vapeurs de S, Se, Te, P et As. Arch. sc. phys. (4) 37 p. 262—263 (1914).

[44] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelle de quelques éléments. C. R. 158 p. 1416—1419 (1914).

[45] E. Friman, On the high frequency spetra (L-series) of the elements. Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 (1916). Dissert. Lund 1916.

[46] M. Siegbahn und E. Friman, Über die Hochfrequenzspektra der Elemente As—Rh. Ann. d. Phys. (4) 49 p. 611—616 (1916).

[47] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. d. Radioakt. 13 p. 296—340 (1916).

[48] E. Wagner, Über Röntgenspektroskopie. Phys. Zs. 18 p. 405—419, 432—448, 461—466, 488—494 (1917).

[49] P. D. Foote, B. Rognley and F. L. Mohler, Ionisation and resonance potentials for electrons in vapours of arsenic, rubidium and caesium. Physic. Rev. (2) 13 p. 59 bis 70 (1919).

[50] Sir J. J. Dobbie and J. J. Fox, The absorption of light by elements in the state of vapours.... Proc. Roy. Soc. A 98 p. 147—158 (1920).

[51] F. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntpenspektren. Elemente W bis Cu. Phys. Zs. 3 p. 262—286 (1920).

[52] William Duane and Hang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. (2) 14 p. 516—521 (1920).

Zum Linienspektrum des As sind nur geringe Beiträge zu verzeichnen. Eder und Valenta [37] sehen im Rot des Funkenspektrums drei Linien bei ungefähr 6173, 6110, 6023, die schon früher Huggins und Gramont bemerkt hatten. Exner und Haschek [38] finden bei einer Revision ihres Funken-

spektrums einige weitere Linien, die — auf I. A. korrigiert — in der folgenden Tabelle angegeben sind. Sie reichen bis λ 4300. Von da an behält die alte Tabelle aus Bd. V Gültigkeit. Um wenigstens einen Überblick über das Arsenspektrum zu geben, sind in der Tabelle die Mittelwerte der bisherigen Messungen für die stärkeren Linien gegeben. Sie mögen aber zum Teil recht falsch sein, da Messungen im Vakuumrohr mit solchen des Funkens unter Atmosphärendruck kombiniert sind. Das Spektrum ist eben noch sehr unvollkommen bekannt.

Im Ultraviolett haben Eder [41] und Bloch [44] neue Messungen.

	Exner u. Haschek [38]		Mittel	Intensität Bogen	Funke	Rohr		Exner u. Haschek [38]		Mittel	Intensität Bogen	Funke	Rohr
6404				0	?	0	4855	—	1u	—			
6348				0	?	0	45	—		97			6
6265				0	?	0	11	—		82		1	6
6173				0	?	0	02	—		06		1	6
6137				0	?	0	4799	—		47		1u	6
6110				0	?	0	87	—		09		1u	6
6078				0	?	0	30	—		72			8
6023				0	?	0	07	—		61			7
5837			96			6	4672	—		49			7
25			83			5	32	—		48			6
5783			26		1	6	29	—		93			7
63			13		5	5	27	—		60			6
31			76		1	6	19	—		42			7
5685			48		1	5	17	—		09			6
84			75		1	7	07	—		26		2	5
57			01		1	8	02	—		53			7
51	18	2	34		10	10	4590	—		82			7
20	—		64		1	10	80	—		71			6
5558	06	2	12		10	8	73	—		97			6
5497	8	1u	6.80		10	7	51	—	1u	2.19		2u	7
98	—		91		5	6	49	—		05		2u	7
71	—		74			6	43	—		57			7
5385	—		35			6	39	7	1u	77		3u	8
31	4	2u	28		8u	7	32	—		20			6
24	—		15			5	28	—		44			7
5231	7	2u	36		4	7	15	—		95			7
23	—		12			6	09	—		14			6
15	—		42			5	07	—		73			6
05	—		26		1	6	4495	2	3u	4.40		3	7
5182	—		15			7	79	3	1u	0.37		1	2
61	—		09		7	7	75	—		51			6
24	—		98			5	74	5	1u	41		4u	8
07	9	1u	64		8	8	66	4	1u	44		1	7
05	7	1u	53		8	8	61	—		11			8
030	2	1u	—				59	3	2u	8.59			7
23	2	1u	—				56	—		72			6
4985	4	1	44		5	9	50	2	1u	67			1
15	—		31			7	32	—	1u	1.59		4u	8
4888	6	1u	58		2u	8	28	—	1u	7.24			7

	Exner u. Haschek [38]		Mittel	Intensität Bogen	Intensität Funke	Intensität Rohr
4420	—		93			7
15	—	1 u				
13	—		50			7
12	—		11			
04	—		39			6
4397	1	1 u	—			
80	9	1 u	1.12			4
70	0	1 u	1.24		5	7
68	33	2	6.94		3	5
52	—		88			8
52	—		11		5	7
36	—		72		5	7
23	—		97			7
15	7	1 u	72			7
05	4	1 u				
02			12			8
4299			37		3	6
97			29			6
78			68		1	6
49			22			6
43			11			7
28			24		2	7
26			71		2	6
21			04			7
07			84		2	7
4197			44		3 u	7
90			19		2	7
57			46			7
19			68			6
11			05			6
01			34			6
4087			85			6
83			98			6
82			39			6
65			36		2	7
62			56			7
37			02		10	1
32			45			6
31			01			6
06			16		3	6
3948			57		3 u	6
31			11		2 u	7
29			22			6
22			46		10	3 u
3842			93		4 u	7
3787			21		3 u	6
82			80			6
3671			75			6
3583			64			5
51			65			5
12			97			6

	Mittel	Intensität Bogen	Intensität Funke	Intensität Rohr	Eder Funke [41]		Bloch Funke [44]	
3255	55		2	6				
3180	65			6				
26	86		2 u	6				
19	58	4	7	5				
16	53		3	7				
3075	32	2	5	5				
57	98		3	6				
53	37		3	6				
32	84	4	8	6				
03	84		2 u	6				
2990	99	2	4	5				
81	88		1	6				
59	60		7	6				
26	21		1	6				
2898	73	4 R	6	6				
84	43		2	6				
60	46	6R	8	7				
31	15			6				
30	38		3	6				
2780	23	8R	10	8				
45	00	6R	5	7				
2602	90		2	6				
2528	40		5	1				
2492	91	1	5	4				
56	52	4R	7	5				
37	22	1	5	3				
17	41			5				
2381	20	4R	5	5	21	3		
70	77	4R	5	4	75	2		
69	67	4R	5	4	64	2		
49	84	10R	5	4	87	10		
44	04		5	4	03	2		
2288	14	10 R	3		15	2		
71	39	4	1					
28	70	2	1					
06	01	2						
05	21	2						
2192	14		2					
83	00	1	1					
65	5	4	2					
44	2	4	1					
33							70	2
12							93	3
09							80	1
2095							10	2u
89							73	1
85							27	2
79							41	1
69							87	2
68							43	1
67							29	1

Bloch Funke [47]		
2065	43	2
47	75	2
13	11	2
09	18	2
03	35	2 u
1994	74	2 u
90	21	2
71	97	4 R
58	31	2

Bloch Funke [41]		
1936	94	5
16	48	1
12	27	1
1889	91	4 R
81	08	1
72	33	1
71	07	1
59	90	1

X-Einheiten.

	Hjalmar [51]	Siegbahn u. Friman [45, 46]
$L\alpha_1$	9560.3	9701
$L\alpha_3$	9617.3	
$L\beta_1$	9394.0	9449

	Siegbahn u. Friman
$K\alpha_2$	1174
$K\alpha_1$	1170
$K\beta_1$	1052
$K\beta_2$	1038

Baxandall [36] findet als enhanced lines λ 4037 und λ 3922. Pollock [39] bringt As oder das Chlorid ins Geißlerrohr, findet aber, daß die Entladung nur schwierig durchgeht, und nur wenige Linien auftreten, deren Verzeichnis er gibt. Zufügung einer Leidner Flasche hat nur geringen Einfluß. Daß sich indes im Geißlerrohr ausgezeichnet linienreiche Spektra erzielen lassen, hätten längst Hagenbach und Konen [31] und besonders Herpertz [32] gezeigt.

Hartley und Moss [40] können mit vier Funken die Linie λ 2780 photographieren; fünf Funken bringen noch λ 2860 und λ 2745 hervor.

Paternò und Mazzuchelli [35] erhitzen As im Quarzrohr; es gibt, im Gegensatz zu S, Se, Te, nur sehr schwaches Licht, welches ein kontinuierliches Spektrum zeigt. — Dobbie und Fox [50] sagen, daß As-Dampf nur kontinuierliche Absorption gebe, die mit steigender Temperatur nach kurzen Wellen rückt."

Über das Flammenspektrum des As sagen Eder und Valenta [37]: „Beim Erhitzen von As in der Leuchtgas-Sauerstoffflamme ergibt sich kein Arsen-Bandenspektrum, wohl aber zeigen sich mitunter schwache Arsenlinien. Einige Arsenlinien nebst Spuren von Banden erhält man im bengalischen Weißfeuer bei Zusatz von Schwefelarsen (Realgar), ebenso beim Verstäuben einer Lösung von arseniger Säure oder Arsensäure in der Bunsenflamme. Die Arsenlinien des Flammenspektrums (z. B. 2860, 2780, 2745, 2492, 2456, 2437, 2381, 2349, 2288) kommen auch im ultravioletten Bogenspektrum vor."

Seitdem Kayser und Runge die Gruppen konstanter Schwingungszahldifferenzen im Spektrum des Arsens fanden, ist kein Fortschritt in der Erkenntnis des gesetzmäßigen Baues des As-Spektrums im Bereiche der längeren Wellen gemacht worden. Zwar gibt Lohuizen [42] an, daß er Serien gefunden habe, Näheres darüber ist aber anscheinend nicht mitgeteilt worden. Im Bereiche der Röntgenspektren ordnet sich das Arsen den übrigen Elementen ein. Nachdem Siegbahn und Friman [45, 46, 47] die ersten Messungen in dem Be-

reiche der L-Serie gemacht haben, hat Hjalmar (51) vier Linien derselben Serie genauer gemessen. Siegbahn und Friman (47) haben einige Linien der K-Serie bestimmt. (Man vergleiche auch (48).) Diese Werte sind in der Bezeichnungsweise von Siegbahn in der Wellenlängentabelle angeführt. Für die kritische Absorptionsgrenze der K-Serie geben Duane und Kang-Fuh-Hu (52) 1043,5 an, für die Grenzen der L-Serie Siegbahn (47) L [illegible], L = 8547,0.

Endlich finden Foote, Rognley und Mohler (49) als Anregungsspannung bei unelastischem Stoß 4,7 Volt, als Ionisierungsspannung 11,5 Volt

GOLD (Au = 197,2; Z = 79).

Literatur.

45) J. E. Purvis, The influence of very strong electromagnetic fields on the spark spectra of Gold, Antimony, Bismuth, Lead and Tin. Proc. Cambridge Phil. Soc. 13 p. 82 bis 91 (1905).

46) J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 1077—1100 (1909).

47) Fr. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen. Dissert. Berlin 1909. Berlin bei Gebr. Hartkopf. 41 pp.

48) H. Nagaoka and T. Takamine, A difference in the change of frequency between longitudinal and transversal Zeeman effects. Tokyo Sugaku-Buturigakkwai Kizi (2) 5 p. 278—284 (1910).

49) F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910. Enhanced lines.

50) W. G. Duffield, The effect of pressure upon arc spectra. Phil. Trans. A 211 p. 33—73 (1911). Abstract Proc. Roy. Soc. A 84 p. 118—123 (1910).

51) F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Leipzig und Wien 1911 u. 1912.

52) Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements producing these lines, in spectra of the oxyhydrogen flame and spark. Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).

53) H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektra. Ann. d. Phys. (4) 39 p. 53—70 (1912).

54) J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Metallen nach dem internationalen System. Wien. Ber. 122 IIa p. 607—633 (1913).

55) H. G. J. Moseley, The high-frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) 26 p. 1024—1034 (1913). — ib. (6) 27 p. 703—713 (1914).

56) E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).

57) M. Quincke, Das Bogenspektrum von Gold gemessen nach den internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1914. Zs. f. wiss. Photogr. 14 p. 249—282 (1914).

58) J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Kupfer, Aluminium, Gold, Silber und Kohle bis λ 1850 nach dem internationalen System. Wien. Ber. 123 IIa p. 615—628 (1914); Zs. f. wiss. Photogr. 14 p. 137—147 (1914).

59) H. Rohmann, Die Röntgenspektra einiger Metalle. Phys. Zs. 15 p. 715—717 (1914).

60) J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogenspektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien. Ber. 124 IIa p. 101—121 (1915).

61) E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 46 p. 868—892 (1915).

62) M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X, suivie du brome au bismuth etc. C. R. 163 p. 87—90 (1916).

63) M. de Broglie, Système de bandes d'absorption correspondant aux rayons L des spectres de rayons X des éléments, et sur l'importance des phénomènes d'absorption sélective en radiographie. C. R. 163 p. 352—355 (1916).

64) M. Siegbahn und E. Friman, Über die Hochfrequenzspektra der Elemente Gold bis Uran. Phys. Zs. 17 p. 17—18 (1916). Phil. Mag. (6) 31 p. 403—406 (1916).

65) M. Siegbahn and E. Friman, On the high-frequency spectra (L-series) of the elements Tantalum-Uranium. Phil. Mag. (6) 32 p. 39–49 1916. ib. 32 p. 497–500 1916.

(66) M. Siegbahn, Über eine neue Reihe (L-Reihe) in den Hochfrequenzspektren der Elemente. Verh. d. D. Phys. Ges. 18 p. 150–153 1916.

(67) M. Siegbahn, Über eine weitere (M-Reihe) in den Hochfrequenzspektren der Elemente. Verh. d. D. phys. Ges. 18 p. 278–282 1916.

(68) M. Siegbahn, Bericht über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. Jahrb. d. Radioakt. 13 p. 296–341 1916.

(69) E. Friman, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektra der Elemente. Dissert. Lund 1916. 49 pp.

(70) W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part II. Phil. Trans. A 217 p. 361–410 (1917).

(71) E. Wagner, Über Röntgenspektroskopie. Phys. Zs. 18 p. 405–419, 432–441, 461–466, 488–494 (1917).

(72) W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektra. Ann. d. Phys. (4) 57 p. 347–375 1918. Dissert. Lund 1919.

(73) W. M. Hicks, The series system in the spectrum of gold. Phil. Mag. (6) 38 p. 1 bis 31 (1919).

(74) M. Siegbahn, und E. Jönsson, Über die Absorptionsgrenzfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen, besonders bei den seltenen Erden. Phys. Zs. 20 p. 251–256 1919.

(75) T. Takamine, The stark effect for metals. Astrophys. J. 50 p. 23–47 1919.

(76) W. Duane and R. A. Patterson, Characteristic absorption of X rays. L-Series. Proc. Nat. Akad. Wash. 6 p. 509–527 1920.

(77) W. Duane and Takeo Shimizu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. (2) 14 p. 522–534 1920.

(78) Dirk Coster, Präzisionsmessungen in der L-Serie der schwereren Elemente. Zs. f. Phys. 4 p. 178–188 1920.

(79) D. Coster, Zur Systematik der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 6 p. 185–203 1921.

(80) A. Smekal, Zur Feinstruktur der Röntgenspektra III. Zs. f. Phys. 5 p. 112–120 1921.

(81) L. Bloch et E. Bloch, Spectres d'étincelle de l'or et du platine dans l'ultraviolet extrême. C. R. 172 p. 962–964 (1921).

(82) W. Vogel, Präzisionsmessungen von Röntgenspektren mittels des Schneidenspektrographen. Dissert. Bonn 1921.

Für die Kenntnis des Bogenspektrums ist zuerst eine Arbeit von Duffield [50] zu nennen, welcher den Bogen zwischen reinen Goldstäben brennen läßt. Er findet dabei eine ganze Reihe von Linien, die sonst nur im Funken beobachtet sind, und einige neue Linien. Da Duffield keine eigentlichen Messungen macht, so sind in den folgenden Tabellen die schon bekannten Linien nur als vorhanden bezeichnet. Ferner hat M. Quincke [57] den Bogen durch Gold im Kohlebogen erzeugt. Eder [60] hat eine Linie im Rot, und viele Linien im äußersten Ultraviolett gemessen [54, 58]. Handke [47] ist in das Schumanngebiet vorgedrungen; aber seine Zahlen sind wohl sehr unsicher und alle um etwa 1 A. E. zu groß. Dasselbe gilt von den Messungen der beiden Bloch. Sie sind nach dem Rowlandsystem gemessen, aber das kommt bei ihrer Ungenauigkeit nicht in Betracht. Dagegen habe ich die Zahlen von Exner und Haschek [51] und von Eder und Valenta [46] umgerechnet. Randall [49] hat im sichtbaren Spektrum die enhanced lines herausgesucht, man könnte seine Liste natürlich vermehren um alle die Linien, die nur im Funken beobachtet sind.

		Eder u. Valenta Bogen [60]	Exner u. Haschek Bogen [51]	Duffield Bogen [50]	Exner u. Haschek Funke [51]	Eder u. Valenta Funke [58]	
	7510	74 5					
		Quincke Bogen					
	6692	811 1u					
	34	22 1U					
	6456	—				52 1	
	42	—				26 1	
	34	—				42 1	
	6332	—	27 1			—	
2p₁—3d?	6278	179 4	19 4		19 1	29 6	
	6101	654 2	—		—	—	
	6061	—	—		—	69 1	
	22	—	—		—	74 1	
	5963	—	—		—	69 1	
	56	984 1u	7.03 1		—	7.04 3	
	5862	943 1u	98 1u		—	98 3	
	37	396 4	40 3		42 1	44 8	
	5759	—	—		—	93 4	
	26	—	—		—	82 1	
	5655	764 1	73 1		78 1u	85 2	
	5578	—	—		—	50 1	
	5261	—	—		—	82 1	
	30	306 1u	27 2		29 2	32 5	
	5145	—	—		2 1u	—	
2p₂—3d	5064	616 2u	61 2	vorh.	62 1	57 2	
	34	—	—	4934.37 ½	—	—	
	15	—	—	15.57 ½	—	—	
	4902	—	—		26 1	30 1	
	4811	611 4u	63 3	vorh.	60 2	—	
	4792	601 8	64 10	vorh.	68 10r	60 4	
	91	—	—		60 1		
	60	—	—	vorh.	22 2		
	4664	—	15 1		—		
	37	—	—		3 1u		
	33	—	—		0 1u		
	23	256 6v	—		—		
	07	351 4	6.50 1	vorh.	6.54 2r		
	4587	—	—		87 2u		1)
	83	—	—		7 1u		
	82	—	—		0 1u		
	58	—	—		8 1u		1)
	49	—	—		5 1u		
	43	739 1	—		—		
	4488	256 4	24 2	vorh.	26 5r		1)
	66	—	—	66.25	—		
	37	277 4	29 1	vorh.	30 3r		1)
	20	—	—		64 2		1)

1) Diese Linien werden von Baxandall (49) als enhanced lines angeführt.

	Quincke Bogen [57]	Exner u. Haschek Bogen [51]	Duffield Bogen [50]	Exner u. Haschek Funke [51]
3601		—		08 1
3598				08 1
94				20 1
91				9 1u
88			vorh.	70 5
65	—			9 1
57		—	vorh.	1 1u
55				45 1
53	—		vorh.	56 3
51		—		54 1
50		—		9 1u
50	—	—		5 1u
49		—		1 1u
48	—	—		0 1u
41		—		5 1u
39				0 1u
28	—	—		0 1u
23		—		35 1
16				90 1
3492				95 1
70	—			90 1
62				2 1
04				59 1
08	—			91 1
3398		—		6 1u
82	—	—		0 1u
77	598 8	—		
72	—			88 1
61	—	—		24? 1
58	—	—		4 1u
55	—	—		18 1
49	—	—		46 1
24	—	—		8 1
23	—	—		27 1
20	139 2	2 1		21 1
18		—		6 1
09				90 1
08	307 2	30 1		32 2
3288				1 1u
73				69 1
70	—			2 1u
67				1 1u
43		—		37 1
42	688 2	—		70 1
30	609 1u			66 3
28	—			00 1
22	—	—		02 1
11	—	—		02 1
04	745 4u	—		74 2
3194	728 4u	—		69 2

	Quincke Bogen [57]	Exner u. Haschek Bogen [51]	Exner u. Haschek Funke [51]
3181	301 1u	—	—
64	—		9 1u
56			57 2
46			37 1
45			52 1
38			92 1
33		—	02 1u
30			92 1u
27	—		0 1u
22	781 8	80 10	80 8
22			50 5
19		—	6 1u
17	011 4u	—	6.9 1u
06	—	—	68 1
03		—	9 1u
02		—	7 1u
3098	—	—	3 1u
92	864 6u	—	—
91	—		3 1u
66	—		78 1
64		—	69? 1
38	910 1u	—	
34	128 1	—	—
33	—		2 2u
29	210 8v	17 8	18 5
24	344 1u	—	
15	—	—	82 2
14			2 1u
2997	—	—	94? 1
95			00 5r
90			28 5
82	—	—	11 2
78	240 2u	—	—
70	407 2		—
68	755 2		8 1u
61	91 10		—
54		—	43 4
48	643 1u	—	—
32	188 5	19 1	19 4
29	—	—	81 1
18	—	—	40 2
13	803 1u	—	52 10
07		—	07 4
05	901 6	89 1	98 8
2893	—	—	41 2
91	958 4	—	95 2
85	—		58 2
83	460 5	45 1	45 8
64	—	—	54 1
56	—	—	89 2

	Quincke Bogen [57]	Exner u. Haschek Bogen [51]	Exner u. Haschek Funke [51]	Eder Funke [54]
2352	658 6	68 1	67 3	67 3
51			58 1	55 1
47			13 1	14 1
44			27 1	28 2
41			—	69 1
40			21 3	22 4
34			1 1 u	11 1 u
31			93 1	94 3
31			—	39 1
25			74 1	71 2
25			29 1	30 2
24			71 1	71 1
22			31 2	27 3
20			29 1	23 1
18			37 1	39 1
15			85 2	86 2
14			67 3	67 3
12			27 1	19 1
10			98 1	—
09			44 2	45 3
08			24 1	21 1
04			82 4	79 3
01			07 1	02 1
2298				18 1
96			59 1	84 1
95			16 1	12 2
93			93 1	99 2
91			53 3	50 3
88			63 1	61 1
88			25 1	—
87			68 1	75 1
83			85 3	29 3
82			94 2	89 2
79			43 1	37 1
77			68 2	62 2
77			48 1	—
70			—	19 1
67			—	00 1
65			03 1	5.94 1
63			81 2	71 2
62			75 2	72 2
61			38 1	31 1
60			45 1	39 1
55			94 1	01 1
55			00 1	—
53			46 1	42 1
49			06 1	03 1
48			67 1	68 1
46			66 2	67 2
46			45 1	—

	Exner u. Haschek Funke [51]	Eder Funke [54]	Eder Funke [58]	Handke [47]
2245	54 1	—		
42	73 3	67 2		
40	33 1	25 1		
37	48 1	46 1		
33	73 1	66 1		
31	33 2	28 1		
28	98 3	9.00 2		
22	5 1	55 1		
20	52 1	48 1		
19	2 1	21 1		
15	75 2	72 1		
13	19 2	14 1		
10	08 1	62 1		
10	—	19 1		
05	90 1	84 1		
01	38 3	31 2		
2190	—	43 1		
88	93 2	92 1		
86		65 1		
85	—	56 1		
84	12 1	11 1		
72	—	16 1		
57	22 1	11 1		
25	3 2	15 1		
10	79 2	60 3		
2082		00 3	1.98 6	
44		50 1	47 3	
00		88 1	63 5	
1996		—	08 1	
91			15 1	
88		89 1	85 2	
77			82 4	
72			30 1	3.3 2
57			72 2	8.8 2
57			—	8.1 2
56			—	6.6 2
55			82 1	6.2 3
55			02 1	—
51			21 2	2.4 4
48			05 2	8.9 3
48			—	8.1 3
46			00 1	—
43			92 1	4.7 3
42			—	2.9 2
39			—	9.6 1
37			85 1	8.6 3
36			—	6.0 3
35			19 1	5.1 2
31			84 1	2.4 2
30			81 1/2	—

X-Einheiten.

	Siegbahn [65, 66, 68]	Coster [78, 79]		Vogel [82]	
Ll	1457	56.51	3	56.33	
$L\alpha_2$	1283	84.80	3	84.64	
$L\alpha_1$	1271	73.55	10	73.10	
$L\eta$	1197	99.5	0		
		106			
$L\beta_4$	1102	04.4	2	04.74	
$L\beta_1$	1080	80.93	8	80.80	1)
$L\beta_2$	1065	67.75	6	67.30	1)
$L\beta_6$	1060	60.9	3		
$L\beta_7$		46.5			
$L\beta_3$	1035	38.2	1	37.8	
$L\gamma_5$		54.2			
$L\gamma_1$	922	24.37	3	24.20	
$L\gamma_2$	898	901.25	1	02.58	
$L\gamma_3$	894	95.68	1	97.16	
$L\gamma_4$	869	66.3	6	65.68	

X-Einheiten.

	Siegbahn [67, 68]	Stenström [72]
$M\alpha_1$	5838	5847
$M\beta_1$	5623	5628
$M\gamma_1$	5348	
$M\gamma_2$	5284	
$M\delta_1$	5146	5140
$M\delta_2$	5102	

Duffield [50] untersucht den Goldbogen bei Überdrucken zwischen 1 und 200 Atmosphären, aber nur das Spektrum zwischen λ 3550 und λ 5100. Die Linien verbreitern sich alle mit zunehmendem Druck, teils symmetrisch, teils mehr nach Rot; bei einzelnen wird eine Verbreiterung nach Violett vermutet. Die Verschiebung scheint bei den letztgenannten Linien (es handelt sich namentlich um 3586 und 3979) nach kürzeren Wellen stattzufinden, während aller übrigen Wellenlänge mit dem Druck wächst. Die Zunahme der Wellenlänge scheint bei kleinem Überdruck rascher vorzugehen, als bei großem. Die Verschiebung pro Atmosphäre ist verschieden bei verschiedenen Linien. Duffield glaubt drei Gruppen unterscheiden zu können, deren Verschiebungen sich wie 1 : 2 : 4 verhalten. Die erste Gruppe bilden: 3880, 4041; die zweite 4065, 4811, 5064; die dritte: 3804, 3898, 4057, 4315, 4437, 4488, 4607, 4792. Die Verschiebung in der dritten Gruppe ist ungefähr proportional der dritten Potenz der Wellenlänge. Alle diese Angaben werden aber unsicher gemacht durch die kleine Anzahl der beobachteten Linien. Bei hohen Drucken treten unscharf begrenzte Partien auf, die vielleicht den Anfang von Banden bilden.

Zum Funkenspektrum teilen Hartley und Moss [52] mit, daß die empfindlichste Linie 3122 sei. Bei fünf Funken, die 0,000055 mgr verbrauchten, erhielten sie auf der Platte: 4041, 3122, 2913, 2802, 2667, 2428. — Für die Knallgasflamme seien die empfindlichsten Linien 3975 und 3652, welche aber 50 mg verlangen.

Für den Zeemaneffekt findet sich außer der alten, in Bd. V übersehenen Abhandlung von Purvis [45], nur eine kurze Notiz von Nagaoka und Taka-

1) Schon von Moseley 1914 gemessen.

mine [48]. Die Linie 5837 wird im transversalen Feld ein Quartett, im longitudinalen ein Paar, dessen Linien mit den äußeren des Quartetts genau gleichen Abstand bei allen Feldern haben.

Den Einfluß des elektrischen Feldes studiert Takamine [75]; nur die drei Linien 4128, 4083, 3795 zeigen eine geringe Aufspaltung, je in zwei Komponenten.

Der Bau des Goldspektrums ist immer noch nicht aufgeklärt. Einigermaßen sicher sind nur zwei Paare konstanter Differenz, die in den Tabellen p. 69 ff. mit der Bezeichnung eingetragen sind, die man seit Kayser, Runge und Rydberg als die wahrscheinliche ansieht. Nach Hicks [70, 73], der unter Benutzung der bekannten Zeeman-Typen des Goldspektrums und anderer, seiner besonderen Theorie entnommenen Kriterien das Goldspektrum eingehend untersucht hat, trifft indes die alte Einteilung nicht zu. Hicks stellt dafür einige andere Serien von einstweilen noch sehr hypothetischem Charakter auf, indem er zugleich eine Anzahl Linien im Ultrarot vorhersagt und Anzeichen einer Bergmannserie sowie von Kombinationen zu finden glaubt. Wegen der Unsicherheit dieser Einordnung von Linien des Goldspektrums sind die betreffenden Bezeichnungen nicht in der Tabelle aufgeführt. Es sei dafür ebenso wie für gewisse Regelmäßigkeiten im Funkenspektrum [70], für den angeblichen Zusammenhang mit dem Atomgewicht und für weitere vier Paare mit der konstanten Differenz 2004, die Paulson [60] angibt, auf die Literatur verwiesen. — Im Gebiete der Röntgenstrahlen hat schon Moseley [59] die stärksten Linien der L-Serie gemessen. Seitdem ist die Zahl der bekannten Linien der L-Serie gestiegen und die Messungen beginnen, die fünfte Stelle zu erreichen. In der Tabelle p. 75 sind auf Grund der Messungen von Siegbahn, Friman [64, 65, 66, 68, 69], Coster [78], Vogel [82] die Hauptangaben zusammengestellt.[1]) Die Bezeichnung ist diejenige Siegbahns. Über die gesetzmäßigen Zusammenhänge der Linien findet man außer in dem Buche Sommerfelds bei Coster [79] und Sackal [80] Angaben und weitere Literatur. Weiter sind in der Tabelle die stärksten Linien der M-Serie nach den Messungen von Siegbahn [67, 68] und Stenström [72] angeführt, wieder mit der Bezeichnung Siegbahns. Endlich sind die charakteristischen Absorptionsgrenzen des Goldes wiederholt gemessen worden. Die Zahlen sind

de Broglie [62, 63]	L_a =	1038	L_2	898	L_1	859
Wagner [61, 71]	„	1042		914		
Coster [79]	„ =	1038.3		890.1		860.3
Duane und Patterson [76]	„ =	1038.3	„	890.3	„	860.8

Endlich geben Duane und Takeo Shimizu [77] als K-Grenze 154.1 an, Siegbahn und Jönsson [74] 152, de Broglie [62, vgl. auch 74, p. 256 Anm.] 152.4.

1) Man sehe auch Rohmann [59], der indes keine Messungen gibt.

BOR (B = 11,0, Z = 5).

Literatur.

[37] Sir W. Crookes, On the spectrum of boron. Proc. Roy. Soc. A 86 p. 36—41 (1911).

[38] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.

[39] Otto Oldenberg, Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen. Diss. Göttingen 1913. 48 pp. Zs. wiss. Photogr. 13 p. 133—172 (1913).

[40] W. Jevons, Spectroscopic investigations in connection with the active modification of nitrogen: IV. — A band spectrum of boron nitride. Proc. Roy. Soc. A 91 p. 120—134 (1914).

[41] M. A. Catalàn, Algunas regularidades en los espectros del cobre y del boro. Anal. d. l. soc. Españ. de Fis. y Quim. 15 p. 432—434 (1917).

[42] G. Wendt, Spektralanalytische Untersuchungen an Kanalstrahlen von Kohlenstoff, Silicium und Bor. Ann. d. Phys. (4) 52 p. 761—774 (1917).

[43] W. Vahle, Das Bogenspektrum des Zirkons, gemessen nach internationalen Normalen. Diss. Bonn, 1917. Zs. wiss. Photogr. 18 p. 84—137 (1918).

[44] A. de Gramont, Sur la recherche spectrale du bore. C. R. 166 p. 477—480 (1918).

[45] J. E. Paulson, Spectra and atomic numbers of the elements. Astrophys. J. 49 p. 276—281 (1919).

[46] R. A. Millikan, The further extension of the ultra-violet spectrum and the progression with atomic number of the spectra of light elements. Proc. Nat. Acad. 7 p. 289—294 (1921).

Crookes [37] findet, daß reinstes metallisches Bor im Funken nur drei Linien gebe, welche er zu 3451,50, 2497,83, 2496,89 nach der Rowlandschen Skala bestimmt. Die übrigen von Eder und Valenta (Handbuch V p. 137) gegebenen Linien gehörten alle Verunreinigungen an, da bei Crookes keine Spur von ihnen erschien selbst bei 7stündiger Exposition. Ich glaube man wird das gern zugeben in Betreff der übrigen Linien, aber vielleicht noch zweifelhaft sein über die drei engen Paare, deren Wellenlänge nach Eder und Valenta [38] ist: 2267,0, 2266,4, 2089,6, 2088,9, 2067,3, 2065,7. Catalàn [41] gibt für das mittlere Paar an: 2089,50, 2088,90, und bemerkt, daß die Schwingungsdifferenz dieselbe sei, wie die des Hauptpaares bei 2497. Vahle [43] mißt zwei Borlinien als Verunreinigung in Zirkon. Er findet 2496,779 (Int. 3) und 2497,734 (Int. 3), während Klein (Diss. Bonn 1913) früher im Bleibogen .777 bzw. .731 gefunden hatte. — Oldenberg [39] beschreibt die Verteilung der Emission im Bogen. Das Paar 2497 ist an den Polen und in der Mitte hell. Die Banden nehmen den ganzen Bogen ein.

Gramont [44] bringt nichts Neues: er bemerkt nur, daß man zur spektroskopischen Erkennung von Bor neben den diffusen Banden, welche die Grünfärbung der Flamme durch eingeführte Borsalze bedingen — und für welche er angenäherte Zahlen gibt — jene drei Linien zu benutzen seien. Eine schöne Abbildung dieses Bandenspektrums mit kleiner Dispersion geben Eder und Valenta [38].

Wendt [42] schließt nach der Starkschen Methode aus verschiedenartiger Abschattierung im Dopplerstreifen der Kanalstrahlen, daß die Linie 3451 von einem Atom ausgesandt werde, das 2 Elektronen verloren hat, das Paar 2497 von einem Atom, das ein Elektron verloren hat.

Ein neues Bandenspektrum, welches einer Verbindung von Bor und Stickstoff zugeschrieben wird, tritt auf, wenn Bortrichlorid mit aktivem Stickstoff in Berührung kommt, wie zuerst Strutt beobachtete. Dies Spektrum wird nun von Jevons [40] genauer untersucht, photographiert, die Kanten gemessen und es werden Formeln für die Kantenserien berechnet. Das Spektrum sieht im langwelligen Teil, λ 637 bis 337 etwas anders aus, als im kurzwelligen. Dieser Teil wird α genannt. Alle Banden besitzen zwei Doppelkanten, deren Schwingungsdifferenzen für alle die gleichen sind. Die Kanten seien durch A_1, A_2, B_1, B_2 bezeichnet; dann lassen sich alle A_1, A_2, B_1, B_2 durch eine Gleichung von der bekannten Form $\nu = A + B(m + \mu)^2 + C(p + \varepsilon)^2$ darstellen, wo m und p die Reihe der ganzen Zahlen durchlaufen; im vorliegenden Fall geht m von 58 bis 61, p von 74 bis 79. A, B, C Konstante sind, μ und ε kleine Brüche. Für die 4 Kantenserien ist nur A verschieden.

Das zweite, mit β bezeichnete Bandensystem wird von λ 350 bis λ 214 gemessen. Hier sind die Kanten einfach, aber es scheinen in Wahrheit 3 Systeme (β, β_1, β_2) vorhanden zu sein. Alle Banden sind nach Rot abschattiert.

Jevons beweist, daß die Anwesenheit von Bor und von N zum Erscheinen des Spektrums nötig ist, er vermutet, daß es daher auch im Bogen auftreten müsse, wenn man in ihm Bor verdampft und findet in der Tat die stärksten Kanten angedeutet, freilich überlagert von dem diffusen Boroxydspektrum. — Kühne [34] hat unter meiner Leitung den Bogen mit Borsäure untersucht und 4 schöne Banden ausgemessen. Jevons ist zweifelhaft, ob sie mit seinen Banden etwas zu tun haben, was sicher nicht der Fall ist. Dagegen ist kein Zweifel, daß Exner und Haschek [31] die hellsten Kanten der Gruppe β gemessen haben:

Exner und Haschek: 2265, 2331.37, 2437.12, 2551.41, 2675.27
Jevons: 2264.8 (10), 2331.1 (8), 2436.9 (10), 2551.2 (10), 2675.2 (9).

Ebenso scheinen Hagenbach und Konen eine Reihe der Kanten der Gruppe α gemessen zu haben:

Hagenbach und Konen: 404, 434, 436, 459, 461, 544
Jevons: 4037, 4341, 4361, 4588, 4614, 5442

Der Bau des Borspektrums ist noch unbekannt. Paulson [45] sucht einen Zusammenhang zwischen der Ordnungszahl und der Schwingungszahldifferenz des Paares 2497 nachzuweisen, das vermutlich den Anfang einer Hauptserie darstellt.

Nachtrag während des Druckes. Millikan mißt einige Linien kurzer Wellenlänge bei 676.8, 760.4, 1624.4, eine Funkenlinie bei 3451.5 sowie K_α bei 67.2. Er vermutet L_{α} bei 2497.

BARYUM (Ba = 137.37, Z = 56).

Literatur.

[85] A. Dufour, Modifications anomales, dans le champs magnétique, des spectres de bandes de divers composés. C. R. 146 p. 229—231 (1908).

[86] Lecoq de Boisbaudran, Sur les spectres de bandes du baryum et de l'aluminium. C. R. 149 p. 899—908 (1909).

[87] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirk der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 511—524 (1909).

[88] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 1077—1100 (1909).

[89] R. Rossi, The effect of pressure on the band spectra of the fluorides of the metals . . . Proc. Roy. Soc. A 82 p. 518—528 (1909).

[90] A. de Gramont, Sur la répartition des raies ultimes dans le spectre des divers régions du soleil. C. R. 150 p. 37—40 (1910).

[91] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. Wien. Ber. 119, IIa p. 519—618 (1910).

[92] H. M. Randall, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 739—746 (1910).

[93] O. Reichenheim, Über die Spektra der Anodenstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 747—762 (1910).

[94] F. A. Saunders, Series in the spectra of calcium, strontium and baryum. Astrophys. J. 32 p. 153—178 (1910).

[95] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910.

[96] A. Dufour, Nouvelles mesures du phénomène Zeeman presenté par quelques bandes . . . Ann. chim. et phys. (8) 21 p. 568—578 (1910).

[97] B. Dunz, Unsere Kenntnisse von den Seriengesetzen der Linienspektra. Dissert. Tübingen, 69 pp. Leipzig bei Hirzel 1911.

[98] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektra. Wien 1911.

[99] A. Harnack, Vergleichende Untersuchungen über Spektren in der Sauerstoff-Wasserstoff- und in der Chlor-Wasserstoff-Knallgasflamme. Dissert. Leipzig 1911.

[100] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl., Bd. II und III. Wien bei Deuticke 1911 und 1912.

[100a] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of some metals and metallic chlorides. Proc. Dubl. Soc. 13 p. 253—268 (1912).

[101] Th. Lyman, Spark spectra of the alkali earths in the Schumann region. Astrophys. J. 35 p. 341—353 (1912).

[102] J. Stark und G. Wendt, Bandenemission fester Metallverbindungen durch Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 38 p. 690—695 (1912).

[103] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities producing these lines in the spectrum of the oxyhydrogen flame. Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).

[104] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektra. Ann. d. Phys. (4) 39 p. 53—79 1912.

[105] K. Schmitz, Messungen im Baryumspektrum. Dissert. Bonn 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 11 p. 209—235 (1912).

[106] R. Haas, Optische und photographische Untersuchungen homologer Bunsen flammenlinien. Dissert. Erlangen 1912.

[107] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part II. The p and S sequences etc. Phil. Trans. A 212 p. 33—73 1912.

[108] O. Oldenberg, Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen. Dissert. Göttingen 1913. Zs. wiss. Photogr. 13 p. 133—172 1913.

[109] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part III. The atomic weigh term etc. Phil. Trans. A 213 p. 323—420 1913.

[110] H. George, Das Bandenspektrum des Baryumfluorids im elektrischen Bogen sowie die Baryumlinien von 7060 bis 8200 Å. E. Dissert. Bonn 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 237—258 (1913).

[111] K. Burns, Sur un déplacement des lignes spectrales de certains métaux. C. R. 156 p. 1976—1978 (1913).

[112] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach dem internatio nalen System. Wien. Ber. 122, IIa p. 607—633 1913.

[113] E. Lorenser, Beiträge zur Kenntnis der Bogenspektra der Erdalkalien. Disser Tübingen 1913.

[114] A. Harnack, Die Anwendung des nichtkondensierten Funkens für Metall spektra als neue Methode zur Erzeugung von Flammenspektren. Physik. Zs. 15 p. 57 bis 581 (1914).

[115] H. Werner, Messungen von Wellenlängen-Normalen im internationalen Syste für den roten Spektralbereich. Ann. d. Phys. (4) 44 p. 289—296 1914.

[116] S. Popow, Über eine Gesetzmäßigkeit in den Linienspektren. Ann. d. Phy (4) 45 p. 147—175 (1914).

[117] Ivar Malmer, The high-frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) 28 p. 787—794 1914. — Dissert. Lund 1915.

[118] E. H. Nelthorpe, Observations of the Grundspectra of alkali and alkaline eart metals. Astrophys. J. 41 p. 16—27 (1915).

[119] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System i Bogenspektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien. Ber. 123 IIa p. 2289—231 (1915).

[120] T. Royds, The different charakter of spectrum lines belonging to the sam series. Astrophys. J. 41 p. 154—161 1915.

[121] H. M. Randall, The infra-red spectrum of barium. Astrophys. J. 42 p. 195—2 1915.

[122] A. T. Williams, Investigaciones experimentales sobre los espectros de l descarga oscilante. Dissert. 232 pp. Buenos Aires 1915.

[123] J. Kramsztyk, Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. Ann. d. Phy (4) 46 p. 375—409 (1915).

[124] Th. Merton, On the application of interference methods to the study of t origin of certain spectrum lines. Proc. Roy. Soc. A 91 p. 421—431 1915.

[125] W. M. Hicks, On the enhanced series of lines in spectra of the alkaline earth Proc. Roy. Soc. A. 91 p. 451—465 (1915).

[126] E. Friman, On the high frequency spectra L-series of the elements lutetiu zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 1916.

[127] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons suivie du brome au bismuth. C. R. 163 p. 87—90 1916.

[128] M. Siegbahn, Bericht über die Röntgenspektren der chemischen Element Jahrb. Radioakt. 13 p. 296—342 (1916).

[129] E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen II. Münch. Ber. 19 p. 31—36.

130) Ch. F. Meyer, Some spectra in the photographic infra-red. Astrophys. J. 45 p. 93–102 (1917).

131] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some chemical elements for high frequency X-rays. Phys. Rev. (2) 10 p. 697–704 (1917).

[132] W. Vahle, Das Bogenspektrum des Zirkons gemessen nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 59 pp. 1917. Zs. wiss. Photogr. 18 p. 84–137 (1918).

133 N. Buchholz, Beitrag zur Bestimmung von Wellenlängennormalen für den grüngelben und roten Spektralbezirk. Dissert. Bonn 1918.

[134] A. S. King, The variation with temperature of the electric furnace spectra of Calcium, Strontium etc. Astrophys. J. 48 p. 13–34 1918).

[135] W. F. Meggers, Wave-length measurements in spectra from 5000 A to 9000 A. Sc. Pap. Bur. of Stand. No. 312, Bull. 14 p. 371—395 (1918).

[136 J. C. Mc Lennan and J. F. T. Young, On the absorption spectra and the ionisation potentials of Ca, Sr, and Ba. Proc. Roy. Soc. A. 95 p. 273 279 (1919).

137 J. E. Paulson, Spectra and atomic numbers of the elements. Astrophys. J. 49 p. 276–281 (1919).

[138 W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen über Röntgenspektren. Dissert. Lund 72 pp. 1919 — vgl. auch Ann. d. Phys. (4) 57 p. 347–375 (1918).

[139 M. Siegbahn und Edv. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen, besonders bei den seltenen Erden. Physik. Zs. 20 p. 251–255 (1919).

140] W. Kossel und A. Sommerfeld, Auswahlprinzip und Verschiebungssatz bei Serienspektren. Verh. D. phys. Ges. 21 p. 240–259 (1919).

141] A. Sommerfeld, Allgemeine spektroskopische Gesetze, insbesondere ein magnetooptischer Zerlegungssatz. Ann. d. Phys. (4) 63 p. 121—263 (1920).

[142 W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. 2 14 p. 516–521 (1920).

143] F. A. Saunders, Revision of the series in the spectrum of barium. Astrophys. J. 51 p. 23–36 1920. Jefferson Contrib. 19, Anhang, 1919 20.

[144] A. S. King, Observations of the electric furnace spectra of Co, Ni, Ba, Sr and Cd in the region of great wave-length. Astrophys. J. 51 p. 179—186 (1920).

145] G. Hertz, Über die Absorptionsgrenzen in der L-Serie. Zs. f. Phys. 3 p. 19—25 (1920).

[146] E. Fues, Vergleich zwischen den Funkenspektren der Erdalkalien und den Bogenspektren der Alkalien. Ann. d. Phys. (4) 63 p. 1–27 (1920). Dissert. München 1919.

[147] F. L. Mohler, P. D. Foote and W. F. Meggers, Resonance potentials and low-voltage arcs for metals of the second group of the periodic table. Sc. Pap. Bur. Stand. 403. — Bull. 16 p. 725—737 (1920). — Journ. Opt. Soc. 4 p. 364–371 (1920).

[148] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 3 p. 262–286 (1920).

[149] Megh Nad Saha, Ionization in the solar chromosphere. Phil. Mag. (6) 40 p. 472 488 (1920).

[150] J. Franck, Über Lichtanregung und Ionisation von Atomen und Molekülen durch Stöße langsamer Elektronen. Physik. Zs. 22 p. 409–414 (1921).

151] F. Frommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. Dissert. Tübingen 1921 (Manuskript) p. 191.

[152] V. L. Chrisler, The low current arc. Astrophys. J. 54 p. 273–284 (1921).

[153] B. E. Moore, Excitation stages in open arc-light spectra I. Astrophys. J. 54 p. 191–217 (1921).

[154] F. A. Saunders, A review of the series in the spectra of elements. Journ. Opt. Soc. 5 p. 1–12 (1921).

[155] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. f. Physik 7 p. 341—350 (1921).

[156] F. Paschen und E. Back, Liniengruppen magnetisch vervollständigt. Physica 1 p. 261—278 (1921).

		Meggers [135]		Lorenser [113]		Eder [119]		Werner [115]		George [110]		Burns [111]		Klasse
	9608	83	1											
	9455	94	1											
	9370	05	3											
	24	53	1											
	08	09	1											
	9219	65	2											
	9189	48	2											
	38	70	1											
	9091	15	1											
	8837	85	1											
	27	30	1											
	14	96	4	5.05	2									
	8860	96	4	0.97	2									
2 5S – 5P	8799	70	2u											
	37	71	1											
	10	74	1											
	8659	—		9.30	1									
	54	02	4	4.05	3									
	8598	40	1	—										
	82	04	4	2.31	3u									
	69			9.99	1r									
	69	11	1	9.25	2r									
	67	53	3u	7.73	3r									
	59	90	10	9.86	6u	9.98	5							I
	42			2.37	1u									
	21	91	1											
	14	28	2u	4.15	1u									
	8414	52	1u											
	8390	88	1											
	50	64	1											
	28	—		8.82	3u									
	25	84	2u											
	8288	—		8.10	1u									
	84	92	2u	—										
	68	97	2	3.99	1u									
	58	98	1	—										
	24	29	1	—										
	10	28	10	0.82	10u	0.88	5	0.827		0.82	2			III?
	8161	55	2	1.79	2u	—		—						
	58	11	1	8.26	2u	—		—		—				
	47	75	2	7.84	3			—		—				
	20	44	2	0.58	4			—		—				
	8018	21	1	8.84	2			—						
	7982	42	1	2.46	3u			—						
	61	20	1	1.18	2u									
	57			7.32	1u	—				—				
	39	42	1	9.50	2u	—		—						
	11	38	6	1.38	8	1.35	5	1.353	2	1.325		1.333	3	I A
1.5s—2p3	06	80	7	5.83	15	5.77	6u	5.770	3	5.771		5.774	4	III
	7877	98	2	8.05	3r	—		—		—		—		
	65			5.22	1u			—		—		—		
	63	—		8.45	1u	—		—		—		—		

	Lorenser [113]	Eder [119]	Werner [115]	George [110]	Burns [111]	Schmitz [105]	Exner u. Haschek [100]	Klasse
7148					8.18 2			
48				—	3.38 1			
33	3.30 1r		—		—			
29	9.56 2		—	—	9.56 1			
27	—		—	—	7.444 2			
26	6.78 4r				6.71 1			
24			—	—	4.58 1			
22	—	—	—	—	2.84 1			
20	0.30 15v	0.34 6	0.344 9	0.26	0.241 15		0.32 1	II
11	—		—	—	1.79 1		—	
10	0.24 1u	—		—	—		—	
04	—				4.28 1		—	
7098	7.99 1	—		—	8.41 1		—	
90	0.18 8r	9.99 2u		9.96	9.958 4			III
87		—			7.02 1		—	
70				—	0.28 1		—	
69	9.74 2u		—		9.51 2		—	
67	—		—	—	7.99 1		—	
59	9.97 20R	9.96 8R	9.957 10R	9.964	9.972 25	0.002 4u	9.98 3u	II
18			—		8.58 1		—	
18	—				8.18 1	—	—	
14					4.21 1	—		
13					3.72 1	—		
08					8.90 1		—	
08		—			8.44 1	—	—	
6999	—				9.45 1	—		
98	—	—	—		8.94 1			
94	—	—			4.78 1			
90	—	—	—		0.21 1			
89	—	—	—		9.07 1	—		
86	6.80 1	—	—		6.84 2			
85	—	—	—		5.65 1			
85	—	—	—		5.12 1		—	
80	—	—	—		0.60 1	—	—	
77	—	—	—		7.88 1		—	
76	—	—	—		6.74 1	—	—	
76	—	—	—		6.18 1	—	—	
72			—		2.89 1	—	—	
71			—		1.96 1	—	—	
71	—		—		1.82 1	—	—	
68	—		—		8.05 1	—	—	
64	—		—		—	—	—	
63	—		—		4.48 1	—	—	
63	—		—		3.78 1	—	—	
61	1.55 1U	—			3.19 1	—	—	
59	—	—	—		—	—	—	
58	—	—	—		9.58 1	—	—	
51	1.85 1u	—	—		8.98 1	—	—	
32	2.96 1u	—	—		—	—	—	
6874	4.16 1u	4.14 2u	—		—	—	—	
67	7.93 6r	7.90 3	—		—	7.878 1u	7.90 1	IV?

	6243	—	—	3.85? 1	—	—	—	-	—	·	
	35	5.49 5u	-	—	—	5.3 2u	5.22 2u		—	-	III
	33	—	-	—	3.586 2u	—	—	—	—	—	
	6174	4.54 4	—	—	—	—	—		—	—	
	41	1.63 100v	1.728 20	1.736 5	1.760 10R	1.73 1000R	1.72 20R	1.79 500R	1.758 5u	1.73 20	III
	40	0.39 5	—	—	—	—	—	—	—	—	
	35	—	—	5.60 1	—	—	—	·	—	—	
	29	9.40 2	—	—	9.335 3u	9.29 2	9.40 2u	—	—	—	III
$3d-3p_1$	10	0.73 30v	0.794 10R	0.791 4	0.808 8R	0.89 100R	0.82 8R	0.89 20	0.805 2	0.84 5	II
	6086	6.45 4u	—	—	—	6.4 1u	—	—	—	—	
	83	3.45 4	—	—	3.411 3	3.46 5	3.51 2	—	—	—	III A
$3d_2-3p_1$	63	3.13 20v	3.125 9	3.119 4	3.149 8R	3.23 50R	3.13 8	3.19 15	3.153 2	3.21 3	II
	35	5.52 1u	—	—	—	—	—	—	—	—	II
$3d_3-3p_3$	19	9.45 15v	9.480 9	9.483 2	9.505 7R	9.48 50	9.49 6u	9.52 10	9.504 2	9.58 2	
$3d_1-3p_2$	5997	7.05 15v	7.098 9	7.102 3	7.102 7R	7.17 50	7.09 5	7.16 10	7.105 1C	7.20 3	II
	85	5.54 2u	—	—	—	5.2 1u	—	—	—	—	
	78	8.42 4u	—	—	8.496 2	8.47 2	8.57 1	—	—	—	III A
$3d_2-3p_1$	71	1.72 15v	1.709 9	1.720 3	1.715 7	1.78 50	1.70 3	1.71 10	1.712 1C	1.77 2	II
	64	4.84 3u			4.787 2	4.78 3	4.79 2u	—	—	—	III
	62	2.73 1u			2.445 2	2.5 2u	—	—	—	·	III A
	35	5.43 1u			—	—	—	—	—	—	
	27	7.86 1u			—	7.7 1	—	—	—	—	
	07				7.656 6	7.59 10	7.66 4	7.66 2	—	7.56 2	II A
	5859				—	9.29 1	—	—	—	—	
	53				3.699 8R	3.69 200R	3.68 8R	3.78 100	3.7 1C	3.55 15	III
	49				—	9.28 1	—	—	—	—	
$3D-4\Delta P$	96				6.294 7R	6.34 100	6.30 5u	6.30 10	6.3 1C	6.32 6	II
$2p_1-4d_3$	18				8.906 3	8.97 3	8.94 2	—	—	—	III A
	18				—	8.25 1	—	—	—	—	
	05				5.712 5R	5.70 10	5.68 2u	5.71 2	—	5.71 2	II
$2p_1-4d_2$	00				0.299 7	0.38 100	0.37 5u	0.31 3	—	0.23 2	III
	5784				4.105 2u	4.07 3	4.06 2	—	—	—	III
$2p_1-4d_1$	77				7.695 10R	7.78 500	7.75 10R	7.68 20	7.7 1C	7.67 6	II
	20				0.712 1	0.8 1	—	—	—	—	
	18				8.364 1	—	—	—	—	—	

1) Die mit C bezeichneten Linien bilden eine Kombinationsgruppe des Typus $3d_i-3d_j$.

		Schmitz Bogen [105]		Exner und Haschek Bogen [100]		Saunders Bogen [148]	Schmitz Funke [100]		Exner und Haschek Funke [100]		Eder u. Valenta Funke [88]		Klasse	
	4807	—		7.6	1 u				—		—		III	
	4739			9.3	1 u				—				III	
	31			1.8	1 u		—				—		III?	
3D—4P	26	6.455	8 r	6.50	10	6.46	6.463	3	6.45	5	6.43	2	II	
	24	4.742	3	4.78	1		—		4.79	1	—		III	
2p₂—3.5s	00	0.446	6 r	0.49	3	0.45	0.444	1 u	0.50	1	—		III	
	4691	1.630	7 R	1.67	8		1.629	5	1.62	4	1.60	2	II	1)
	73	3.621	7 v	3.57	3		3.627	1 u	3.58	2			II	
	62			2.8	1 u		—		—				IV?	
	51			1.8	1 u		—						IV?	
	42	2.038	2 r	2.3	1 u				—				IV?	
	36	6.333	3 r	6.5	1 u				—					
	28	8.330	5 v	8.27	3	—	8.30	1 U	8.22	1 u			III	
2p₁—3.5s	19	9.978	5 r	0.01	3	9.98	0.0	1 U	9.97	1			III	
	05	5.012	3 v	4.92	1	—	—		4.9	1 u	—		III A	
	4599	9.751	6 R	9.79	8	—	9.748	2 r	9.74	2	—		III	
	91	1.825	3 v	1.74	2		1.7	1 U	1.8	1 u	—		III	
	80	9.762	3 v	9.65	2	—	—		9.7	1 u			III A	
	79	9.667	8 R	9.64	15	—	9.667	6 r	9.61	10	9.70	4	II	
	73	3.881	6 R	3.84	10		3.882	4 r	3.84	5	4.01	3	II	
2𝔓₁—1.5𝔖	54	4.038	10 R	4.03	1000 R		4.038	10 R	4.03	1000 R	4.08	100	II	2)
2𝔓₂—2.5𝔖	24	4.946	8	5.02	10	—	4.945	7 r	5.03	50 r	—		V	
	23	3.237	8 r	3.31	10		3.242	3 r	3.25	2	3.14	10	II	
	05	5.986	8	5.96	15	—	5.986	6	5.92	5			II	
2p₁—5d₂	4493	3.641	5 v	3.62	6 v	3.66	3.6	1 U	3.57	2 u			III	
2p₁—5d₁	88	8.978	7 v	8.93	8 v	9.00	8.971	1 U	8.97	2 v			III	
	67	7.129	3	7.13	3	—	7.1	1 U	7.17	1			III	
	31	1.914	7	1.93	10		1.914	6	1.86	8			II	
	13	3.679	3	3.72	2	—	—		3.60	1			III	
	06	6.846	4 r	6.90	5		6.848	1 U	6.86	1			III	
	02	2.550	8	2.63	20	—	2.557	6 r	2.53	10			II	
	4359	9.564	3	9.59	2	—	9.557	1 U	9.66?	1			III	
	50	0.375	8	0.48	15	—	0.375	5 r	0.35	5 r			II	
2p₂—5d₁	32	2.919	4 v	2.81	3	2.96	2.90	1 U	2.6	1 u			III	
	25	5.152	3	5.18	3	—	5.152	1 u	5.22	1			III	
2p₂—5d₂	23	3.004	4 v	2.89	3 v	3.08	3.0	1 U	2.8	1 u			III	
	05	—		—		—	—		5.29	1				
	4201	1.165	4	1.17	5		1.165	2	1.19	2			III	
3d₁—4P	83	3.111	8	3.15	20	—	3.115	8 r	3.23	20 r			II	
2p₃—5d₁	61	4.396	4 v	4.29	2	4.43	4.388	1 u	4.3	1 u			III A	
	42	2.619	4 r	2.64	4	—	2.6	2 u	2.7	2 u			III	
2p₁—4.5s	39	9.576	3 r	9.60	2	9.56	9.6	2 u	9.8	1 u			III	
	23	3.957	3	4.04	5		3.960	1 u	3.99	1			III	
	4179	9.372	2 r	9.42	1	—	—		—				III A	
2𝔓₁—4D₂	66	6.017	5 r	6.01	10 r		6.049	7 r	6.13	100 r			V	
	32	2.444	5	2.43	5		2.444	8	—				I	
2𝔓₁—4D₁	30	0.683	8 R	0.68	100	—	0.688	8 r	0.76	800 R			V	

1) Hier mißt King [134] noch 4699.108 (15 U).
2) Vahle [132] 4554.037, Hampe .036.

		Schmitz Bogen [105]		Exner u. Haschek Bogen [100]		King 134		Saunders Bogen 143	Schmitz Funke [105]		Exner u. Haschek Funke [100]		Klasse
	3630	0.650	7r	0.70?	10	0.641	40		0.7	1U	0.68	2	III
	11	1.002	3r	1.05	3r	0.957	15u		—		—		III
$2p_2-9d_2$	03	—		—		—		3.40	—		—		
$3d_3-5P$	3599	9.429	4	9.47	3	9.396	15	9.40	9.42	1U	9.5	1	III
$3d_3-5\Delta p_1$	96	—						6.33			—		
	93			3.5	1u			—			—		
	93	3.282	3r	3.35	1	3.204	15u	3.20					III
$3d_3-5\Delta p_2$	89	9.918	1	0.00	1	9.950	3	—	—		—		III A
	88	8.182	3	8.17	3	8.099	10	—					III
	86	6.520	3	6.54	2	6.505	10	—	6.0	1U	6.53?	1	III
$3d_3-5\Delta p_1$	79	9.718	6r	9.76	20r	9.670	80u	9.67	—		9.79	2	III
	77	7.616	4	7.66	3	7.615	30	—	7.	1U	7.62	1	III
	76	6.047	3	6.09	2	6.036	10				—		III
	72	—		—					—		—		
	66	6.690	3	6.68	2	6.690	10	—			—		III
	61	1.081	3	2.04	2	1.942	10		—		—		III
	52			—					—		—		
	48							—	—		—		
$3d_2-5\Delta p_3$	47	7.767	4u	7.84	3	7.698	20u	7.70	—		—		III
$3d_2-5\Delta p_2$	44	4.718	6r	4.85	20r	4.663	80u	4.66	—		—		III
	31	—		1.6	2u	1.345	30R	—	—		4.8	1u	III
	29	9.495	3	9.49	3	9.480	15	—	—		—		III
$3d_1-5\Delta p_1$	25	5.025	6r	5.15	20r	4.975	80u	4.97	—		—		III
$1.5S-2\Delta P$	01	1.107	8R	1.16	50	1.115	200R	1.12	1.12	5U	5.1	1u	II
	3464	4.233	2R	4.5	1u	3.741	U	—	—		1.11	5	III
	27	—		—		7.85	3u		—		—		III
	26	—		—		6.453	4u	—	—		—		III?
$3d_3-6\Delta p_3$	21	—		—		1.476		1.48			—		III
$3d_3-6\Delta p_2$	21	—		—		1.008	100	1.01	—		—		III
$3d_3-6\Delta p_1$	20	0.405	7r	0.56	8r	0.322		0.32	—		—		III
$3d_3-6P$	18	—		—		3.835	3u	3.84	—		—		III
$3d_2-6\Delta p_3$	3377	7.086	7r	7.19	5r	7.391	80	7.39	—		—		III
$3d_2-6\Delta p_2$	76	—		—		6.975		6.98	—		—		III
	69	—		—		—					9.71	1	
	68	—		—		—			—		8.18	3	
$3d_1-6\Delta p_3$	56	6.894	6r	7.01	4r	6.804	80U	6.80	—		—		III
	49	—		—		—		—	—		9.4?	1u	
	32			—		—		—	—		2.1	1u	
$3d_3-7\Delta p_2$	28	—		3.2	2r	3.068	80	3.06	—		—		III
$3d_3-7\Delta p_1$	22	2.970	4r	—		2.797		2.80	—		—		III
	15	5.803	2u	5.78	1	5.753	8u	—	—		—		III
	3298	—		3.2	1r	—		—	—		—		
	86	—		—		—		—	—		6.76	1	
	82	—		2.0	2r			—	—		—		
$3d_2-7\Delta p_3$	81	1.785	4r	—		1.772	70	1.77	—		—		III
$3d_2-7\Delta p_2$	81	—		—		1.503		1.50	—		1.5	1u	III
	72	—		—		2.405	2u	—	—		—		III
	70	0.108	1u	0.16	1	0.115	4u	—	—		9.7	1u	III
	66	—		—		—		—	—		6.86	1	
$3d_1-7\Delta p_3$	62	2.402	3R	2.9	2r	2.336	40	2.30 2.24	—		—		III

		Schmitz Bogen [105]	Exner u. Haschek Bogen [100]	Saunders Bogen [94, 143]	Schmitz Funke [105]	Exner u. Haschek Funke [100]	Eder Funke [112]	Klasse
	2681				1.940 1 U	1.93 1		
$2\mathfrak{P}_2-3.5\mathfrak{S}$	47	7.280 4	7.32 2		7.280 4 r	7.32 2 r		IV
1.5S – 4.⊿P	46			6.50				
$2\mathfrak{P}_1-5D_2$	41	1.390 2	1.45 1		1.390 2 r	1.45 1		
$2\mathfrak{P}_1-5D_1$	31	4.795 5	4.80 1		4.802 7 r	4.86 10 r		
1.5S – 6P	2596	6.678 6 r	6.78 1	6.68	—			IV
	92				—	—		
	70				—	0.8 1 u		
	59				9.584 1 U	9.62 2		
1.5S – 7P	43			3.2				
	30				0.992 1 U	1.08 1		
$2\mathfrak{P}_2-5D_2$	28				8.506 6 r	8.51 5 r		
	24				4.118 2	3.91 1		
	20					0.15 1		
	19				9.249 1 U			
	09				9.154 1 U	0.2 1		
	05				5.080 1 U	5.17 1		
1.5S – 7P	00			0.2				
	2476				6.162 2 U	6.83 1		
	73			3.20				
	18	—	—		—	8.12 1		
1.5S – 8P	2473	3.109 3		3.1	3.109 1 u	3.14 1		
	47	7.577 5	7.57 1		7.574 6 v	7.62 10	7.57 6	
	35	5.247 6 R	5.30 3 R		5.246 10 R	5.31 20 R	5.25 10	
	31		—		1.125 2 u	1.22 2	—	
	23		—		3.580 1 u	3.61 1	—	
	08	4.216 6 R	4.28 3 R		4.212 8 R	4.25 15 R	4.21 8	
$2\mathfrak{P}_1-4.5\mathfrak{S}$	2286	—			6.113 1 U			
	80				0.757 1 u	0.84 1	—	
	54	4.782 3			4.728 3	4.82 2	4.72 3	
	45	5.618 3			5.618 3	5.69 1	5.61 2	
$2\mathfrak{P}_1-6D_2$	35	—		5.50				
$2\mathfrak{P}_1-6D_1$	32	—		2.79				
	16	6.577 2						
	14	4.689 2		4.79				
$2\mathfrak{P}_2-4.5\mathfrak{S}$	01			1.07				
$2\mathfrak{P}_2-6D_2$	2154			4.02				
$2\mathfrak{P}_1-5.5\mathfrak{S}$	2082			2.8				
$2\mathfrak{P}_1-7D_1$	55			5.0				
$2\mathfrak{P}_2-7D_2$	1987			7.8				

	Lyman [101]	
1869	2	5
49	5	2
1786	6	1
1694	8	6
77	9	3

	Lyman [101]	
1674	5	4
1592	9	1
72	9	2
54	5	8
08	9	4

	Lyman [101]	
1487	0	2
85	0	1
82	0	1
17	1	2
14	8	8

	Lyman [101]	
1461	0	2
1381	1	2

Terme (Saunders 143)

A. Triplet-System.

$2p_1$	29764	$3p_1$	11286	$4p_1$	6187												
$2p_2$	29993	$3p_2$	11214	$4p_2$	6157												
$2p_3$	28515	$3p_3$	110:2	$4p_3$	6057												
$1.5s$	15869	$2.5s$	8124	$3.5s$	4934	$4.5s$	3386	$5.5s$	2405								
$3d_3$	32996	$4d_3$	11334	$5d_3$	6320	$6d_3$	4088	$7d_3$	2889	$8d_3$	2137	$9d_3$					
$3d_2$	32814	$4d_2$	11279	$5d_2$	6267	$6d_2$	4055	$7d_2$	2871	$8d_2$	2135	$9d_2$	1649				
$3d_1$	33433	$4d_1$	11212	$5d_1$	6244	$6d_1$	4041	$7d_1$	2844	$8d_1$	2134	$9d_1$	1647				
$4\Delta p_3$	7427	$5\Delta p_3$	4635	$6\Delta p_3$	3214	$7\Delta p_3$	2861	$8\Delta p_3$	1791	$9\Delta p_3$	1415	$10\Delta p_3$	1134	$11\Delta p_2$	933	$14\Delta p$	572
$4\Delta p_2$	7413	$5\Delta p_2$	4610	$6\Delta p_2$	3210	$7\Delta p_2$	2849	$8\Delta p_2$	1788	$9\Delta p_2$	1408	$10\Delta p_2$	11.53	$12\Delta p_1$	782	$15\Delta p_1$	499
$4\Delta p_1$	7399	$5\Delta p_1$	4505	$6\Delta p_1$	3204	$7\Delta p_1$	2846	$8\Delta p_1$	1785	$9\Delta p_1$	1402	$10\Delta p_1$	1132	$13\Delta p_1$	665		

B. Dublet-System Lorenser, Dunz.

$2\mathfrak{P}_1$	58220								
$2\mathfrak{P}_2$	59911								
$1.5\mathfrak{S}$	80172	$2.5\mathfrak{S}$	37813	$3.5\mathfrak{S}$	22149	$4.5\mathfrak{S}$	14498	$5.5\mathfrak{S}$	10823
$4D_2$	34234	$5D_2$	20377	$6D_2$	13501	$7D_2$	9680		
$4D_1$	34019	$5D_1$	20279	$6D_1$	13447	$7D_1$	9673		

C. System einfacher Linien Saunders

$2P$	23069	$3P$	9482	$4P$	5040	$5P$	3630	$6P$	2721	$7P$	2944
$1.5S$	45039	$2.5S$	16400								
$3D$	30634										
$4\Delta P$	13475	$5\Delta P$	6137	$6\Delta P$	4254						

Außerdem Kombinationen der Form $3d_i - 3p_i$ Triplets $3d_i - 4\Delta p_i$ Triplets $md_i - md_i$ Triplet $3d_i - 4p_i$, $4d_i - m\Delta p$, $3D - mP$, $3S - m\Delta P$, $4S - mP$ sogar $3d_3 - mP$ (4 Glieder).

L	Hjalmar [148]	Friman[1] [128]	Hjalmar [155]
α_2	2778.69	2779	2779.02
α_1	69.31	2769	69.64
β_4	2549.76	2551	49.76
β_1	62 24	2562	62.24
β_3	11.00	2513	10.00
β_2	2299.28	2300	99.28
γ_1	2236.25	2238	36.60

K	Malmer [128]
α_2	393
α_1	388
β_1	343

Um zu sehen, ob im grünen Bezirk Ba-Linien als Normalen brauchbar seien, untersucht Buchholz [133] die drei Linien 5826, 5971, 5997 bei verschiedener Bogenlänge und Stromstärke, sowie an den Polen; er findet bis auf 0.002 A stets den gleichen Wert, die Linien zeigen also keinen Poleffekt.

Gramont [90] und Hartley und Moss [103] beschäftigen sich mit den Restlinien. Baxandall [95] findet als enhanced lines: 4934, 4554, 4130, 3892. Eine wesentlich vollständigere Liste könnte man aus obiger Tabelle ablesen. Burns [111] hat gemeint, verschiedene Elemente könnten ihre Wellenlängen beeinflussen. Als Beispiel führt er verschiedene Messungen des Ba an. Die Annahme ist inzwischen als unhaltbar erwiesen.

Nelthorpe [118] verwendet die Methode von Goldstein, im Vakuum Funken durch Salze schlagen zu lassen; er erhält im wesentlichen natürlich nur die Linien, welche im Funkenspektrum stark sind, mit zum Teil erheblich geänderter Intensität. Pollock [100a] vergleicht das Funkenspektrum mit dem Spektrum, das er erhielt, wenn er $Ba\,Cl_2$ in einem Quarzrohre verdampft und kondensierte oder unkondensierte Entladungen durchgehen läßt.

Reichenheim [93] beobachtet Anodenstrahlen; es sind nur wenige Linien sichtbar.

Stark und Wendt [102] setzen das Chlorid dem Stoß auffallender Kanalstrahlen aus. Dann soll sich dicht an der Oberfläche eine leuchtende Schicht bilden, welche einige Linien zeigt, nämlich: 6497, 6141, 6060, 5536, 4934, 4554.

Morton [32] wendet die Methode von Buisson und Fabry an, aus der Grenze des möglichen Gangunterschiedes bei der Erzeugung von Interferenzen Schlüsse auf die Größe der emittierenden Masse zu ziehen, auf die sogenannte Flammenlinie 5335 an. Er schließt, diese Linie werde nicht vom Atom, sondern vom Molekel ausgesendet.

In einer interessanten Abhandlung macht Royds [120] darauf aufmerksam, daß in der ersten Nebenserie der Triplets das erste Glied (5819, 5800, 5777, 5536, 5519, 5424) lauter Linien hat, die unscharf nach Rot sind, während beim zweiten Gliede die Linien unscharf nach violett sind. Bei Ca und Sr ist das erste Glied, da es im Ultrarot liegt, unbekannt; aber das zweite Glied ist bei

1) X Einheiten. Zahlen von Friman um 7 Einheiten verkleinert.

Ca scharf, die folgenden unscharf nach Violett, bei Sr sind alle unscharf nach Violett. Er bespricht Beziehungen zwischen Unschärfe, Druckverschiebung Dichte, — worauf hier nicht eingegangen werden kann.

Hase [108] untersucht die Abhängigkeit der Helligkeit der Linie λ 553 von der Konzentration des Salzgehaltes einer Flamme, findet die Helligkeit oberhalb einer gemessenen Grenze etwa der vierten Wurzel aus der Konzentration proportional, ein sehr fragliches Resultat.

Vahle [132] mißt eine Baryumlinie als Verunreinigung im Zirkon mit **Williams** [122], untersucht den Einfluß von Selbstinduktion und Kapazität auf das Funkenspektrum von Ba Lösungen, besonders mit Rücksicht auf die Serienlinien.

Der Bau des Ba-Spektrums ist in neuerer Zeit vielfach untersucht worden. Es wurde schon in Bd. V darauf hingewiesen, daß erst verhältnismäßig spät die mit großer Wahrscheinlichkeit vorauszusagenden Gesetzmäßigkeiten im Ba-Spektrum gefunden wurden. Nachdem **Ritz** die zweite Nebenserie eines Paar-Systems und **Saunders** zwei Nebenserien eines Tripletsystems und den Anfang einer Serie einfacher Linien gleichzeitig und unabhängig voneinander gefunden hatten, hat **Dunz** [97] unter Benutzung der Ritzschen Grenze für das Tripletsystem die Terme berechnet und einige Kombinationslinien gefunden. Dann hat **Hicks** [107] versucht, die Nebenserien mit Hilfe seiner Formel zu berechnen, ist dabei aber auf dieselben Schwierigkeiten gestoßen, die sich auch später bei der Darstellung der Baryumserien durch einfache Serienformeln gezeigt haben. Der von **Hicks** in [109] und in [125] mit Einführung von 4 N gemachte Versuch, die Serienkonstanten des Ba in einen Zusammenhang mit dem Atomgewicht zu bringen, führt denn auch zu sehr unsicheren Ergebnissen ebenso wie die Rechnung von **Paulson** [137], der die Ordnungszahlen benutzt. **Lorenser** [118] hat das Bogenspektrum vom Grün bis zum Rot neu gemessen. Er berechnet mit Hilfe dieser Messungen die erste Tripletnebenserie neu, findet die zugehörige Bergmannserie, die er nach verschiedenen Formeln berechnet. Endlich stellt er die beiden Nebenserien eines Paarsystems neu auf und berechnet sie mit einer empirischen Formel. Auch Andeutungen einer Bergmannserie von Paaren sowie einer Serie von einfachen Linien werden gegeben. **Popow** [116] gibt unter gleichzeitiger Untersuchung des Zeemaneffektes an Triplets, die außerhalb der bis dahin bekannten Serienschemata liegen, eine Anzahl von Kombinationstriplets. Unter Heranziehung der neueren Messungen sowie photographischer Platten von **King** hat dann **Saunders** [143] die Serienlinien des Baryums völlig neu berechnet. Er konstatiert drei Seriensysteme: Tripletsystem, Paarsystem, Einfachsystem, die möglichst sorgfältig berechnet werden. Neben den Systemserien finden sich noch eine Anzahl Kombinationsserien, so daß im ganzen 16 Serien auftreten, davon 6 von Typus III, 8 von Typus I und außerdem zwei Kombinationsserien verschiedener Systeme unter sich. Eine besondere Studie des Paarsystems scheint noch nicht veröffentlicht zu sein. Sowohl die Bergmannserien wie die ersten Nebenserien zeigen

eine Reihe von Eigentümlichkeiten. Sie sind nicht durch einfache Formeln des gewöhnlichen Typus darstellbar und weisen gewisse Unregelmäßigkeiten im Gange der Intensität auf. Man vergl. auch die Zusammenstellung bei **Frommel** [151]. — **Kossel und Sommerfeld**, [140] **Sommerfeld** [141] und **Fues** [146] haben dann im Zusammenhang mit dem Kossel-Sommerfeldschen Verschiebungssatze die Aufmerksamkeit auf die Paarserien des Ba gelenkt, die dem ionisierten Metall zugeschrieben werden und in Analogie zu den Paarserien der Alkalien zu stehen scheinen. Schon **Hicks** [125] hatte gezeigt, daß man für diese Serien zu einem befriedigenden Anschluß der Rechnung gelangt, wenn man 4 N statt N in die Rydberg-Ritzsche Formel einführt. Die von der Theorie geforderte Verdoppelung der Serienkonstanten bei den Paarserien ist nur angenähert erfüllt. Man findet bei **Fues** auch eine Zusammenstellung der Serienterme der Erdalkalien und eine Prüfung der Anwendbarkeit der Ritzschen Formel auf sie. Es kann an dieser Stelle nicht näher auf diese Frage eingegangen werden. Die in der Wellenlängentabelle p. 82 gegebene Bezeichnung schließt sich an **Saunders** an, jedoch mit der üblichen Wahl der Anfangswerte der Laufzahlen. Die Paare und Triplets des Ba zeigen im Magnetfeld keine „verbotenen" Linien, wie **Paschen und Back** [156] erwähnen.

Der Bau des Spektrums im Bereiche der Röntgenstrahlen folgt den dort auch bei anderen Elementen geltenden Regeln. Die Zuordnung der einzelnen Linien ist in der Tabelle in der Siegbahnschen Bezeichnungsweise angegeben. Die Zusammenstellung **Siegbahns** [128] auf Grund eigener Messungen und der Messungen von **Malmer** in der K-Reihe [117], **Friman** [126] in der L-Reihe und **Stenström** [138] und die Messungen von **Hjalmar** [148, 155] sind die Grundlage der Tabelle. — Auch die Absorptions-Grenzfrequenzen sind mehrfach gemessen worden, zuerst von **Wagner** [129] und **de Broglie** [127], dann von **Blake und Duane** [131], **Siegbahn und Jönsson** [139], **Duane und Kang-Fu-Hu** [142] sowie **G. Hertz** [145]. Die Zahlen sind: K-Serie **Wagner**: 3310, **de Broglie**[1]): 3270, **Blake and Duane**: 3307, **Siegbahn und Jönsson**: 3306, **Duane und Kang-Fu-Hu**: 3307. **G. Hertz** findet die Grenzabsorption in der L-Serie dreifach und zwar mit den Kanten $L\alpha_1 = 2.348$, $L\alpha_2 = 2.194$, $L\alpha_3 = 2.063$.

Endlich lassen sich auch Anregungspotentiale und Ionisationsspannungen berechnen. **Franck** [150] berechnet für λ 7911 die Anreg. Sp. zu 1.56 V, die Ionisierungsspannung zu 5.19, für λ = 5535 entsprechend 2.23 und 5.19, beides für die Grenze 1.5 S, **Mohler, Foote und Meggers** [147] geben ähnliche Zahlen. **Mc Lennan und Young** [136] finden in einem Kohlebogen mit Bariumoxyd zehn bzw. neun Umkehrungen in den Serien. Die Berechnung ergibt die Seriengrenze und daraus wiederum das Ionisierungspotential, wie eben. Die Beobachtungen von **Moore** [153] über die Veränderung der Zusammensetzung des Bogenspektrums des Ba mit dem Strom und der Spannung dürften

1) Korrigiert nach **Siegbahn und Jönsson**.

wohl in diesen Zusammenhang gehören, ebenso wie diejenigen von Christe (152). An dieser Stelle ist auch die Arbeit von Saha (149) zu nennen, de die Ionisierung des Ba-Dampfes in der Sonnenatmosphäre abschätzt und da aus die relative Intensität der Funkenlinien des Ba (Paare) bei verschiedene Temperaturen und in verschiedenen Lichtquellen ableitet. Die Beobachtunge die Oldenberg (108), Kramstyk (123) und Moore (153) über die Verteilun der Bariumlinien an den Polen und in der Mitte eines Bogens anstellen, könne nur erwähnt werden. Vielleicht sind auch sie in dem gleichen Zusamme hang zu deuten.

Bandenspektra.

Baryum ist hervorragend reich an verschiedenen Bandenspektren, die vo Metall und den Salzen erzeugt werden. Wie gewöhnlich ist aber der chemisch Ursprung der Banden schwer festzustellen, namentlich, ob es sich um Bande des Metalls oder des Oxyds handelt. Im Band V dieses Handbuchs sin Banden des Metalls, des Oxyds, des Chlorids, Bromids, Jodids und Fluroids be sprochen worden, und zu den meisten von ihnen sind inzwischen Nachträg geliefert worden.

Metallbanden und Oxydbanden.

Früher waren durch Messungen von Börsch und Olmsted so gedeutet Banden von λ 7101 bis λ 3818 angegeben. Dann hat Harnack (99, 114) a in der Sauerstofflamme erhalten, aber bis λ 2330 verfolgen können. Er mi folgende nach Rot abschattierte Kanten

3808	3469	3274	2956	2710	2520	2411
3715	3417	3236?	2794	2698	2513	2376
3669	3396	3058	2783	2602	2487	Spuren
3519	3346	3016	2765	2585	2460	bis
3516	3319	2994	2736	2557	2435	2330

In dem Verzeichnis befinden sich drei Lücken, wo die Wasserdampfbande α, β, γ liegen.

Eder und Valenta (98) nennen das Spektrum in ihrem Atlas ein Oxyd spektrum und geben folgende Kanten, die zum Teil erheblich von den alte Angaben von Börsch und Olmsted abweichen

6782	6291	6040	5536	5067	4890—80	4692	4526	4280	3640
6742	6236?	5997	5500	5031	4881	4669	4514	4150	3620
6632	6225	5964	5493	5010	4788	4640	4485	4131	3560
6596	6210	5940	5459	4988	4782	4624	4474	4052	3501
6566	6180	5908	5350	4967	4771	4608	4454	3986	3470
652 8	6164	5761	5215	4936	4743	4590	4428	3874	3396
6499	6111	5701	5212	4924	4729	4569	4393	3808	3346
6422	6109	5644	5172	4906	4725	4554	4345	3736	
6342	6068	5601	5096		4711	4538	4308	3715	

Auch Harnack (114) spricht sich für die Zugehörigkeit zum Oxyd aus da sie in Wasserstoffatmosphäre verschwinden.

Lecoq de Boisbaudran [86] will dagegen ihre Zugehörigkeit zum Metall erweisen durch zahlenmäßige Beziehungen zu der Hauptflammenlinie 5534; die Rechnung ist so unsinnig, daß ich sie nicht anführe. George [110] findet im Bogen mit $Ba\,Fl_2$ eine Bandengruppe zwischen 6909.5 und 7431.0, die der ganzen Struktur nach nicht zu den Fluoridbanden gehört, aber große Ähnlichkeit mit Olmsteds Oxydbanden im sichtbaren Spektrum hat. Er rechnet sie also zum Oxyd. Die Banden sind nach Rot abschattiert, haben jede zwei, um 3 bis 4 A entfernte Kanten. Diese sind:

6909.5	6956.4	7116.0	7359.3	7404.2
12.2	58.8	19.3	63.4	08.3
6932.6	6979.5	7138.8	7381.7	7426.6
35.4	82.3	42.0	83.9	31.0

Endlich findet George noch im Ultrarot eine große Gruppe unaufgelöster nach Rot verlaufender Banden, deren Ursprung unbekannt ist. Die Zahlen für die 33 Kanten zwischen λ 7872 und λ 8224 sehe man in der Arbeit. Auch Meyer [130] erhielt ein Band bei etwa λ 8000.

Chloridbanden.

Zu diesen Banden hat Harnack [90] einen Beitrag geliefert. Er verdampft das Chlorid in einer Wasserstoff-Chlorflamme. In dieser fehlen die sogenannten Metall- und Oxydbanden, während die Chloridbanden deutlich hervortreten. Zu den bekannten im sichtbaren Spektrum kommen aber hier noch eine Reihe Banden im Ultraviolett. Harnack mißt sie zu

3968, 3922, 3873, 3823, 3774, 3726, 3691, 3666, 3647, 3604.

Alle sind nach Violett abschattiert. Es sind dieselben Banden, die früher King [58] im elektrischen Ofen erhalten hatte.

Daß Dufour an den Chloridbanden teils normalen, teils anomalen Zeemaneffekt gefunden hat, ist schon im Band V angegeben. Man sehe dazu noch [85, 96].

Eder und Valenta [98] geben als Kanten: 5314, 5242, 5172, 5136, vielleicht auch 6356, 5940, 5742, 5135, 4924.

Bromid- und Jodidbanden.

Zu dem Wenigen, was über diese Banden bekannt war, ist nur hinzuzufügen, daß Eder und Valenta [98] für das Bromid als Kanten 5360 und 5208 angeben, in Übereinstimmung mit Börsch. Olmsted hatte eine Reihe von Banden in Ultraviolett dem Bromid zugeschrieben, die inzwischen durch Harnack als sicher zum Chlorid gehörig erkannt sind. Siehe oben. — Für das Jodid geben Eder und Valenta eine Kante bei 5610, die auch Olmsted als stärkste gefunden hatte.

Fluoridbanden.

Dieses äußerst reiche und interessante Bandenspektrum ist am besten bekannt unter den Baryum-Haloidverbindungen, freilich nur in bezug auf die

Kanten, da zur Auflösung in Linienserien viel größere Dispersion nötig wäre als sie die größten Rowlandgitter liefern. Zu den früheren Messungen durc Fabry und Rösch ist eine besonders sorgfältige durch George 110 hinzu gekommen, dessen Zahlen hier gegeben seien

Fluoridbanden nach George 110

Gruppe A	55.967	Gruppe C	12.25?	49.748	29.051
	57.546		14.990	51.482	30.800
4937.886	58.974	4992.146	17.653	53.022	32.470
38.812	60.400	94.996	20.243	54.540	34.024
40.141	61.720	97.791	22.766	55.967	35.568
41.405	62.971	5000.479	25.210	57.333	36.969
42.594	64.624	03.120	27.608	58.545	38.306
43.870	65.920	05.706	29.936	60.568	39.600
44.892	66.142	08.162	32.194	62.307	40.724
45.924	67.127	10.608	34.371		41.752
46.407	68.77	12.850	36.580		42.560
47.316	69.46		38.592	Gruppe D	43.349
	70.04	Gruppe C'	40.601	5119.157	43.919
Gruppe B	70.70	5000.692	42.560	21.296	
4950.802	71.18	03.671	44.437	23.342	
52.612	71.70	06.618	46.275	25.306	
54.331		09.465	48.058	27.236	

George führt noch drei weitere Kantenserien an, allein sie gehören z $CaFl_2$, worauf Datta[1]) hingewiesen hat; dieser sucht auch Beziehunge zwischen den Konstanten der berechneten Serienformeln und den Molekular gewichten aufzustellen.

Daß auch an diesen Banden durch Dufour der Zeemaneffekt beobachte ist, ist im Band V angegeben. Aber auch eine Druckverschiebung zeigen si Rossi [89] gibt an, daß die Banden 4950 und 5000 sich pro Atmosphäre Druc um etwa 0.01 A verschieben, 4992 um 0.015 A. Bei 5 Atm Druck war 495 stark umgekehrt, 5000 schwach, 4992 gar nicht.

1) B. Datta, On the spectra of the alkaline earth fluorides and their relation to one other. Proc. Roy. Soc. A. 99 p. 436–455 1921.

BERYLLIUM (Be = 9.1, Z = 4).

Literatur.

[21] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p. 519—613 (1910).

[22] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910.

[23] Lecoq de Boisbaudran et A. de Gramont, Sur le spectre du glucinium et sur ses bandes, dans diverses sources lumineuses. C. R. 153 p. 318—321 (1911.)

[24] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren, Wien 1911.

[25] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Leipzig und Wien bei Deuticke 1911 u. 1912.

[26] N. Bohr, On the constitution of atoms and molecules. Part III. — Systems containing only a single nucleus. Phil. Mag. (6) 26 p. 476—502 (1913).

[27] S. Popow, Über die Serienvertreter des ultravioletten Spektrums des Berylliums. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges. Frauenfeld 1913. II. Teil p. 150.

[28] Theo Volk, Wellenlängennormalen im Ultrarot... Dissert. Tübingen 1914. Dresden bei Teubner, 17 pp.

[29] S. Popow, Zur Prestonschen Regel. Physik. Zs. 15 p. 756—761 (1914).

[30] L. C. Glaser, Beiträge zur Kenntnis des Spektrums des Berylliums. Berlin 1916, Verlag von Glasers Annalen. 39 pp.

[31] W. F. Meggers, Wave-length measurements in spectra from 5600 A to 9600 A. Sc. Pap. Bur of Stand. No. 312, Vol. 14 p. 371—395 (1918).

[32] F. Frommel, Ergebnisse der Serienforschung. Diss. Tübingen 1921 (Manuskript).

[33] S. Datta, On the spectra of the alkaline earth fluorides and their relation to each other. Proc. Roy. Soc. A 99 p. 436—455 (1921).

[34] R. A. Millikan, The further extension of the ultra-violet spectrum and the progression with atomic number of the spectra of light elements. Proc. Nat. Acad. 7 p. 289—294 (1921).

Eder und Valenta [21] finden, daß das Bogenspektrum des Be zwischen λ 540 und λ 700 keine einzige Linie besitzt, und Meggers [31] sagt dasselbe für das Gebiet λ 560 bis λ 960. Desto auffallender ist, daß Volk [28] oberhalb 1 μ zahlreiche Linien findet, die er mit Gitter und Bolometer mißt. Die Wellenlängen sind in I. A.

λ	Int.	λ	Int.	λ	Int.	λ	Int.
23109.9	80	17571.2	15	15012.9	30	12828.5	40
23006.7		16794.4	20	15006.0		12140.9	70
22239.1	20	15951.4	40	14904.8	30	10674.4	40
21897.4	20 d	15390.7	60	13227.0	60	10282.5	50
21560.4	30	15398.8		12355.8	60		

Die Fehlergrenze soll 2 bis 3 A betragen.

Glaser [30] findet nicht die von Rowland und Tatnall [9] gegebenen Linien: 3367, 2986.5?, 2986.1?, 2898?, 2175?, will sie also streichen. Baxandall [22] findet die Linie 4572 nur in Funken, betrachtet sie also als enhanced line; dagegen ist sie nach Exner und Haschek [25] im Bogen stärker, als im Funken, und auch nach Rowland und Tatnall eine der stärksten Bogenlinien. Exner und Haschek finden im Funken eine neue Linie: 4672.9 1u (korrigiert).

Popow [29] mißt das Paar im Natriumbogen relativ zu Rowlandschen Sonnennormalen bei λ 3131 neu und findet die Rowlandschen Werte. Er studiert daran den Zeemaneffekt.

Es folgt die kleine Tabelle des Berylliumspektrums. Die erste Linie ist Neumessung von Exner und Haschek, die anderen von Rowland und Tatnall, alles reduziert auf I. A. — Eder und Valenta [24] bringen Aufnahmen aus Funken- und Bogenspektren.

4672	9	1u	3131	06	60	2494	87	40
4572	69	45	30	42	60	94	44	40
3321	35	45	2650	94	45	2350	78	6
21	08	45	50	31	45	48	62	50 R

Bohr [26] macht theoretische Betrachtungen über den Atombau.

Größer sind die Fortschritte in der Kenntnis des Bandenspektrums. Es sind jetzt vier Kantengruppen bekannt. Die Einzelbanden, wie die Bandengruppen sind noch rot abschattiert. Bisher waren nur vier Kanten der stärksten Gruppe durch Hartley und Ramage [14] bekannt. Inzwischen haben Lecoq und Gramont [22] zwei weitere Bandengruppen gemessen, und Glaser [30] fügt eine vierte hinzu. Auch Exner und Haschek [25] haben die beiden stärksten Kanten gemessen.

Glaser [28]	Lecoq und Gramont [22]	
5445.9	—	
62.7	—	
77.0	—	
88.1	—	
5054.10	5056.2	5
75.21	77.3	5
94.64	96.7	4
5111.97	5114.0	3
27.25	29.8	1.5
40.58	43.8	0.5
51,45	—	

Glaser [28]	Lecoq und Gramont [22]		Exner und Haschek [24]	Hartley u. Ramage [14]
4708.67	4708.8	10	4708.71	4708
32.66	33.2	9	32.67	4733
54.46	55.8	6		4755
75.87	76.8	5		4780
96.24	98.0	3		
4818.04	4815.1	1		
27.85	28.8	0.5		
4427.84	4427.8	5		
51.79	52.0	5		
74.79	74.9	5		
96.47	97.0	4		
4515.25	17.2	3		
30.66	36.1	1.5		
	58.8	0.5		

Die vorstehende Tabelle enthält die Messungen, wobei ich Lecoq und Gramont, sowie Exner und Haschek auf I. A. korrigiert habe.

Bei der stärksten Bande 4708 hat Glaser auf die einzelnen Linien gemessen, und findet, daß von der Kante 4 Linienserien ausgehen.

Der Bau des Spektrums ist noch recht unbekannt, das Paar 3131/30 scheint den Anfang einer Serie zu bilden, die vielleicht den Typus 1.5 s — mp hat. Hierzu paßt das magnetische Verhalten, während Rydberg seinerzeit in den beiden Linien den Anfang einer Triplet-Nebenserie vermutete. Wie Popow [27] (vgl. auch [32]) zeigt, ist die Linie 2348.698 wahrscheinlich die Grundlinie einer Haupt- und zweiten Nebenserie einfacher Linien. Die Gruppe 3321.487 und 3331.219 soll dem ersten Gliede der Haupt-, bzw. zweiten Nebenserie eines Triplet-Systems entsprechen. Zu diesem System sollen auch die Linien 2494.960 und 2394.532 gehören und in Wahrheit ein Triplet bilden. Endlich ist die Linie 2650 nicht einfach, sondern fünffach, sie entsteht durch die Superposition eines Dublets mit einem Triplet. Diese Schlüsse stützen sich in erster Linie auf das Verhalten im Magnetfeld (siehe auch [29]). Die engen Paare des Be bieten interessante Beispiele für den Paschen-Back-Effekt.

Datta [33] gibt an, er habe ein Bandenspektrum von der Fluor-Verbindung des Be erhalten, teilt aber nichts Näheres mit.

Nachtrag während des Druckes. Wie Millikan ausführt [34] ist das Dublet 3130/31 vermutlich das Röntgendublet L_{α}. Zwischen 230 und 2100 A hat Be keine Linien.

WISMUT (Bi = 208,0, Z = 83).

Literatur.

[58] T. Royds, The constitution of the electric spark. Phil. Trans. A. 208 p. 333 bis 347 (1908).

[59] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 511—524 (1909).

[60] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 1077—1100 (1909).

[61] D. Huber, Einfluß der Selbstinduktion auf die Spektren von Metallen und besonders von Legierungen. Dissert. Freiburg (Schweiz) 1909. 39 pp.

[64] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p. 519—613 (1910).

[65] H. Rausch von Traubenberg, Über das Auftreten gekrümmter Spektrallinien im Funkenspektrum des Wismut. Physik. Zs. 11 p. 105—106 (1910).

[66] T. Royds, Further experiments on the constitution of the electric spark. Phil. Mag. (6) 19 p. 285—290 (1910).

[67] H. Lunelund, Über die Struktur einiger Spektrallinien und ihren Zeemaneffekt in schwachen Magnetfeldern. Ann. d. Phys. (4) 34 p. 505—542 (1911).

[68] J. Meunier, Sur les spectres de combustion des hydrocarbures et de différents métaux. C. R. 152 p. 1760—1762 (1911).

[69] H. M. Randall, Some infra-red spectra. Astrophys. J. 34 p. 1—20 (1911).

[70] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911. 158 Tafeln mit erläuterndem Text.

[71] J. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of the vapours of some metals and metallic chlorides. Part 1. — Proc. Roy. Dublin Soc. (2) 13 p. 202—218 (1912).

[72] Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. Dissert. Göttingen 1912.

[73] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements ... Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).

[74] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektra. Ann. d. Phys. 4 39 p. 53—79 (1912).

[75] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Leipzig und Wien bei Deuticke. 1911 und 1912.

[76] G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses de divers éléments dans l'étincelle électrique. C. R. 154 p. 872—874 (1912).

[77] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Metallen nach dem internationalen System. Wien. Ber. 122 IIa p. 607—633 (1913).

[78] B. Reismann, Die Unterschiede der Polspektra verschiedener Elemente im Geißlerrohr. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 269—312 (1913).

[79] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles de quelques éléments. C. R. 158 p. 1416—1419 (1914).

[80] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X suivie du brome au bismuth. C. R. 163 p. 81—90 (1916).

[81] E. Friman, Die Hochfrequenzspektra der Elemente. Diss. Lund 1916.

[82] M. Siegbahn und E. Friman, Über die Hochfrequenzspektra der Elemente von Gold bis Uran. Physik. Zs. 17 p. 17—18 (1916).

[83] M. Siegbahn and E. Friman, On the high-frequency spectra (L-series) of the elements tantalum-uranium. Phil. Mag. (6) 32 p. 39—49 (1916). Ann. d. Phys. (4), 49 p. 616—624 (1916).

[84] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioakt. 13 p. 296—341 1916).

[85] F. Wagner, Röntgenspektroskopie. Phys. Zs. 18 p. 405—419, 432, 460, 488 (1917).

[86] K. Schäfer und F. Hein, Optische Untersuchungen über die Konstitution der Wismutverbindungen. Zs. f. anorg. Chem. 100 p. 249—303 (1917).

[87] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektren. Ann. d. Phys. (4) 57 p. 347—375 (1918).

[88] Lester Aronberg, The structure of the bismuth line 4722. Astophys. J. 47 p. 102—103 (1918).

[89] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektren. 72 pp. Diss. Lund 1919.

[90] M. Siegbahn und E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen besonders bei den seltenen Erden. Phys. Zs. 20 p. 254—256 (1919).

[91] H. Bracchetti, Über die kathodische Herstellung von Metallspiegeln. Diss. Münster 1919 Manuskript).

[92] J. C. Karcher, Wave-length measurements in the M-series of the high frequency spectra. Phys. Rev. 15 p. 285—288 (1920).

[93] W. Duane and R. A. Patterson, Characteristic absorption of X-rays. L-series. Proc. Nat. Acad. 6 p. 509—518 (1920).

[94] W. Duane, H. Fricke and W. Stenström, The absorption of X-rays by chemical elements of high atomic numbers. Proc. Nat. Acad. 6 p. 607—612 (1920).

[95] L. D. Webster, The intensities of X-rays in L-series. Proc. Nat. Acad. 6 p. 26—35 (1920).

[96] Jos. Offermann, Das Bogen- und Funkenspektrum des Wismut. Diss. Bonn 1920.

[97] F. M. Walters, Wave length measurements in arc spectra photographed in the yellow, red and infra-red. Sc. Pap. Bur. Stand. No. 411 (1921).

[98] D. Coster, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der schweren Elemente. Zs. f. Phys. 4 p. 178—188 (1921).

[99] H. Nagaoka and Y. Sugiura, The structure of the bismuth lines. Astrophys. J. 53 p. 339—340 (1921).

[100] D. Coster, Sur la structure fine des séries des rayons X. C. R. 173 p. 77—79 (1921).

[101] D. Coster, Zur Systematik der Röntgenstrahlen. Zs. f. Phys. 6 p. 185—203 (1921).

Linienspektrum.

Zu dem Bogenspektrum des Bi sind eine Reihe wichtiger Beiträge zu verzeichnen. Im Ultrarot hat **Randall** [69] Messungen mit Gitter und Thermosäule bis zu λ 2.2 μ ausgeführt, deren Fehlergrenze etwa 1—3 A. beträgt. Sehr viel ungenauer sind Messungen von **Lehmann** [74], der die phosphoro-photographische Methode benutzt, λ 1.4 μ erreicht. Dagegen dürfte die Fehlergrenze von **Walters** [97] Angaben wohl wenige hundertstel A nicht überschreiten; die Zahlen sind photographisch mit Gitter gewonnen. Freilich gehen sie auch nur bis 0.96 μ. Die Messungen von **Randall** und **Lehmann** beziehen sich auf die Rowlandsche Skala, sind nicht von mir korrigiert.

Für den sichtbaren Teil des Bogen- und Funkenspektrums liegen neue Messungen von **Eder** und **Valenta** [59, 60, 64] und **Exner** und **Haschek** [75] vor. Sie sind nach den Rowlandschen Normalen gemessen, zwar von mir auf I. A. korrigiert, aber jedenfalls durch die Fehler der alten Skala verzerrt.

Für die kürzesten Wellen ist eine Messungsreihe von **Eder** und **Valenta** [70] und von **Eder** [77] vorhanden, letztere nach I. A., und **L.** und **E. Bloch** [79]

haben zwei Linien gefunden. Endlich ist eine neue Messung des Bogen- und Funkenspektrums durch Offermann [96] in Bonn ausgeführt worden.

Alle diese Messungen sind in der folgenden Tabelle vereinigt. Die Messungen von Exner und Haschek [75] sind nur bis λ 3695 aufgenommen, da sie ja schon in Band V veröffentlicht sind, und die neueren Messungen von Offermann sie besser ersetzen.

Randall Bogen [69]		Lehmann Bogen [73]		Walters Bogen [82]		Randall Bogen [69]		Lehmann Bogen [73]		Walters Bogen [82]	
22554.2	7					8910.0	10	—		8907.81	2
14831.5	25	14860.	3u			8761.8	10	8768.8	3	8761.54	3
12690.5	30	12635.	2			—		—		8754.88	2
—		12338.2	4			8628.5	10	8621.4	4U	8627.9	1U
12166.5	40	12136.0	3			—		—		8579.74	1
11994.5	13	11958.6	4			—		—		8544.54	2
11711.1	100	11673.7	2			—		8508.8	4u	8501.8	1U
11555.5	5	—				—		8348.2	4	—	
11073.2	15	—				—		8205.5	4	8210.88	16
10540.2	8	—				—				7840.88	2
10301.7	15	—				7841.1	7			7838.70	3
10106.1	20	—								7502.83	2
9828.8	20	—								7441.25	1u
9657.7	300	9646.9	1	9657.20	2					7385.01	1
9348.6	40	9348.1	3	9342.60	1u					7036.15	2
9059.5	15	9054.4	3	9058.62	1					6991.12	4u

	Walters Bogen [82]	Offermann Bogen [96]	Exner u. Haschek Bogen [75]	Eder u. Valenta Bogen [64]	Offermann Funke [96]	Eder u. Valenta Funke [59]	Exner u. Haschek Funke [75]
6809	—	—	—	—	089 7	8.78 8	
6600	—	—	—	—	057 7	9.97 8	
6577	—	—	—	—	62 1u	48 1	
6497	—	—	—	—	651 3	46 5	
76	24 3	—	—	03 3u	—	—	
75	73 3	—	—	—	—	—	
6379	—	—	—	—	—	95 2	
64	75 1u	—	—	—	—	—	
6287	—	—	—	—	—	19 1	
6184	99 2U	—	—	85 1u	—	—	
34	82 6	860 2	5.0 1u	87 8	—	67 1	
28	—	—	—	—	115 8	09 4	
6058	—	—	—	—	968 4	89 2	
58	—	—	—	—	14 1u	12 2	
85	—	—	—	—	55 1u	50 2	
5980	—	—	—	—	—	50 1	
78	—	—	—	—	01 0	2.98 1	
5861	—	—	—	—	155 3	12 4	
19	—	—	—	—	11 1u	—	
5742	55 6	585 3r	58 1u	55 6u	—	—	
19	—	—	—	—	21 1u	13 1	7 1

		Walters Bogen [82]	Offermann Bogen [96]	Exner u. Haschek Bogen [75]	Eder u. Valenta Bogen [64]	Offermann Funke [96]	Eder u. Valenta Funke [60]	Exner u. Haschek Funke [75]
	5718	81 2	—	—	—		—	6 1
	18			—	—	357 1	—	—
	5655			—	—	42 3u	—	8 1u
	5599	41 8	—	—	40 3u	—		—
	52	35 10	234 7r	30 4r	21 10	24 3u	21 3	—
	08		—	—	9 1u	—	—	—
	5486		—	—	6 1u	—	—	—
	50		—	—		8 0	—	—
	5397		—	—		5 0	78 1	—
	5297		8.36 1u	6 1u		—	—	
	71		—	—		—	—	0 2
	70		—	—		68 1	45 8	4 0
	70		—			—	—	0 2
	09		—	3 1u		29 8u	28 20	28 30
	02		—	—		01 1u	1.87 2u	3 2u
	5144		—	—		484 5	58 6	5 20
	24		—	—		627 4	21 4	3 10
	5091			—		293 1	—	—
	79		—	—		503 1	49 2	4 3
	4993		—	—		92 1u	—	4 2
	07		—	—		98 2u	54 1	8 1u
	4797		—	—		57 2u	61 1	42 10
	52		—			2 0	02 1	1 2u
	50					—	—	6 2u
	33		776 2r	8 2u		—	—	—
	29			—		83 2u	97 4	0.0 2u
	22		881 10	65 2		822 5	—	63 20
	22		542 10	43 20		535 4	54 8	43 20
	22		190 10	—		183 5	—	—
	05		—	—		35 1	14 3	3 3u
	4692		32 1u	32 1		—	—	—
	15		589 1	51 1		—	—	—
	15		158 1	12 1		—	—	
	4561		—	—		152 4	11 8	15 50
C	4492		970 1	3.01 2		98 0	—	98 1
C	92		606 1	63 2		6 0	—	63 1
	77		—	—		12 1u	10 2	1 2u
	47		—	—		—	13 1	—
	4391		—	—		61 1u	58 2	5 2u
	40		—	—		59 4u	72 4	5 5u
	28		—	—		71 4u	6 1	6 5u
C	08		532 4	59 5		536 1	44 1	38 3
C	08		178 4	24 3		178 1	—	24 3
	02		—	—		186 5	15 15	09 50u
	4275		—	—		—		1 1u
	72		—	—		49 2u		4 5r
	59		—	—		62 10u		69 100u
	54		152 1	30 2		152 1		2 1u
	20		—	49 1		—		49 1
C	4121		843 5	95 20		851 2		93 6
C	21		518 5	71 20		525 2		60 5

		Offermann Bogen [96]		Exner und Haschek Bogen [75]		Offermann Funke [96]		Exner und Haschek Funke [75]	
	4079	—		—		207	5	25	30
	3912	895	1	—		—			
C	3888	224	2	19	3	23	0	24	1
C	3887	935	2	92	3	94	0	95	1
	64	—				2	2 u	2	10 u
	49	—				01	0	0	1 u
	46	—				024	1 u	0	2 u
	16	—				198	2	1	4 u
	11	—				14	1	2	2 u
	3792	—				98	5 u	8	50 u
	75	745 Tl?	1			—		—	
	56	—				41	1	3	2 u
	3695	—				523	5	55	50
	54	—				41	1 u		
	13	—				817	1 r		
C	3596	108	8 R			12	4 u		
	41	—				36	2 u		
	27	—				9	1 u		
C	3510	858	6 R			802	5		
	3485	—				80	2 u		
	78	—				721	1		
	51	—				052	2		
	30	—				96	2 u		
C	05	234	2 R			23	1 u		
C	3397	208	5 R			215	2		
	93	—				580	1 R		
	3299	—				67	1 u		
	95	—				91	1 u		
	3169	—				8	0		
	15	—				423	1		
	11	—				88	1 u		
C	3076	672	3			675	2		
	67	782	9 R			726	6 R		
	39	—				71	1 u		
	39	—				12	1 u		
	34	908	3 r			902	1		
	24	646	8 R			638	4 R		
	2993	344	9 R			345	4		
C	89	045	9 R			036	5 R		
	44	28	0			—			
C	38	310	10 R			302	8 R		
C	2897	982	10 R			989	5 R		
	92	905	1 u			—			
	83	81	1 u			—			
C	63	754	3			—			
	55	—				674	4		
	47	—				58	1 u		
C	09	625	8 R			634	2		
	03	—				653	2		
	08	—				435	2		
	2798	698	2			70	1 u		

		Offermann		Offermann		Eder		Eder und Valenta	
		Bogen [96]		Funke [96]		Funke [77]		Funke [70]	
C	2780	528	7 R	521	4				
	46	—		42	1 u				
C	30	505	5 R	50	2 R				
	13	—		92	1 u				
	2696	763	6 R	765	4 R				
	53	—		1	0				
C	27	928	8 R	938	4				
	13	—		715	1				
	00	61	0	—					
	2594	028	1	—					
	82	148	1	15	1 u				
	44	—		41	0				
	32	5	2 U	—					
C	24	520	7 R	515	2				
	15	686	6 R	683	1				
	2499	205	2	—					
	89	4	5 U	4	1 u				
	48	057	4	—					
	46	—		174	1				
	33	4	8 U	—					
C	30	454	2 u	—					
	14	—		745	4				
	09	62	2 u	—					
	00	896	8 R	892	7	90	10		
	2369	174	1	—		—			
	68	—		545	2	53	2		
	68	—		302	2				
	68	—		253	2	24	2 u		
	54	481	1	—					
	33	795	3	8	0	—			
C	28	24	2 u			—			
	09	3	4 U	—		—			
	2281	845	1 u	—		—			
C	76	578	5 R	570	3	54	2		
	46	—		418	1	41	1		
	30	626	8 R	619	4 R	61	5 R		
C	28	240	6 R	251	2 R	32	2		
	24	205	2	—		—			
C	14	121	3	11	0	4.05	1		
	08	12	4 u	13	1 u	57	2		
	2189	586	6 R	—		—			
	86	—		920	1	96	2		
	78	618	6 R	62	1 u	—			
	64	098	4 R	—		—			
	56	949	9 R	—		—			
	53	532	4 R	—		—			
	52	914	7 R	—		—			
	44	—		41	1	44	1 u	51	3
	43	—		—				59	2
C	34	808	8 R	8	1 u			—	
C	33	624	7 R	—				—	

	Offermann Bogen [96]		Offermann Funke [96]		Eder und Valenta Funke [70]	
2120	—		—		6	1
18	—		—		8	8
10	268	8 R	27	1 n	27	2
2078	—				2	2
68	—				99	2
61	78	8 R			6	8
49					59	2
20					99	1
20					5	1
1988					5	1

	Bloch [79]		Eder und Valenta Funke [70]	
1978	15	3		
59	63	3	—	
54			4	1
02	—		5	1

Röntgengebiet.

A. E.

M	Stenström [87]
α	5.1072
β	4.8998
γ	4.5238

X. E.

L	Coster [98, 100, 101]	Siegbahn u. Friman [81, 82, 83, 84]	I
l	1312.95	1317	
α_2	1153.3	1158	3
α_1	1141.15	1144	10
η	1057	1059	1
β_6	991.6	992	2
β_4	975.4	977	2
β_2	952.93	954	6
β_1	949.80	950	8
β_3	935.7	937	2
β_5	922 8	923	2
γ_5	837.8	—	
γ_1	810.65	810	8
γ_2	792 9	794	1
γ_3	787.4	790	2
γ_4	761	761	0

Im Geißlerrohr sind zwei Untersuchungen gemacht worden: Pollock [71] erhält mit dem Metall selbst (wegen Verunreinigung durch As) keine guten Resultate, während das Chlorid ein schönes Spektrum liefert. Er gibt die auftretenden Linien und ihre Intensitäten mit und ohne Leidener Flasche an. Das Spektrum ist im wesentlichen identisch mit dem Funkenspektrum, die Leidener Flasche übt nur geringen Einfluß. — Reismann [78] studiert den Unterschied an den Polen. Er benutzt das Metall. An der Kathode allein sind die starken Funkenlinien sichtbar; die Bogenlinien sind an der Anode am stärksten, nehmen mit Entfernung von ihr ab, um an der Kathode selbst wieder etwas stärker zu werden. — Ferner treten an der Anode in Linien aufgelöste Banden auf, die nach rot abschattiert sind. Bei λ 4488, 4192, 4079

liegen deutliche Kanten, bei 4848 und 3588 schwächere und undeutlichere. Dies Spektrum hat mit den bisher beschriebenen (Handbuch V, p. 173), die alle voneinander verschieden sind, nichts gemein.

Die Geschwindigkeit der leuchtenden Teilchen im Funken wird von Royds [58, 66] untersucht. Er findet für Bi Geschwindigkeiten, die zwischen 224 und 1170 m/sec liegen. Aber die Deutung der Erscheinungen ist so zweifelhaft, daß hier nicht näher darauf einzugehen ist. Ähnliche Versuche macht auch Hemsalech [76].

Hartley und Moss [73] geben an, daß ein Funke photographisch die Linien 4259, 3793, 3695 liefere, wobei 0.000358 mg verflüchtigt werden. Die mittlere Linie ist die empfindlichste.

Huber [61] verfolgt den Einfluß von Selbstinduktion auf das Funkenspektrum. Alle Linien werden geschwächt, besonders λ 2400, das fast verschwindet. In einer Legierung mit Zn erhält er nur wenige Bi-Linien; eingeschaltete Selbstinduktion bringt viele zum Vorschein, sogar solche, die er von reinem Bi nicht erhielt, z. B. 2863 (Bogenlinie).

In Flammen untersucht Meunier [68]. Er sieht eine rote Linie von größerer Wellenlänge, als die Lithiumlinie (λ 6708), — eine solche ist freilich nicht bekannt, — dann λ 4722 und Banden von λ 6400 bis λ 5200. Nach Eder und Valenta [70] geben Wismut und seine Salze in der Bunsenflamme die Linie 4722 und zahlreiche Banden. Das Karbonat gibt in Leuchtgas-Sauerstoffflamme sehr viele Linien:

4722, 4122, 4121, 3596, 3511, 3397, 3068, 3025, 2993, 2989, 2938, 2898 usw.

bis 2698; ferner Banden. Man findet bei Eder und Valenta weiter schöne Tafeln des Funken- und Bogenspektrums.

Die Struktur einiger Bi-Linien ist ziemlich kompliziert, so daß die Einzelheiten der Zusammensetzung noch nicht völlig geklärt sind. Hauptsächlich sind die Linien 4722, 4308 und 4122 untersucht worden. Zu den älteren Messungen von Gehrcke und von Baeyer [49] sowie von Baeyer [54] sind inzwischen weitere Messungen von Lunelund [67], Wali-Mohammad [72], Takamine[1]), Aronberg [88] und Nagaoka und Sugiura [99] hinzugekommen. Alle Beobachter außer Aronberg, der ein ebenes 10-inch-Gitter in der 6. Ordnung verwendet, benutzen Stufen-Gitter und Interferenzplatte nach Lummer-Gehrcke. Außer 6 Komponenten, die allen Beobachtern gemeinsam sind, finden Nagaoka und Sugiura noch 7 weitere Satelliten bei 4722. Sie finden 4308 aus zwei engen Dublets bestehend im Abstande 0.350 A. Die Linie 4122 finden Lunelund und Nagaoka und Sugiura vierfach, Gehrcke und v. Baeyer dreifach, Wali-Mohammad zweifach, Kayser und Runge gaben 4122.01 und 4121.69.

1) Diese Abhandlung, die von Aronberg und Nagaoka und Sugiura zitiert wird, ist mir nicht zugänglich. Proc. Tokyo Math. and Phys. Soc. (2) 8 Febr. 1915.

λ 4722

Gehrcke und v. Bayer	v. Bayer	Takamine	Lunelund	Wali-Mohammad	Aronberg	Nagaoka und Sugiura	λ
+0.316	+0.318	+0.320	+0.314	+0.316	+0.318	+0.317	4722.697
+0.289	+0.283	+0.284	+0.283	+0.284	+0.284	+0.284	.683
+0.242	+0.242	+0.238	+0.240	+0.242	+0.240	+0.243	.619
+0.104	+0.100	+0.102	+0.103	+0.102	+0.102	+0.102	.481
+0.057	+0.056	+0.056	+0.059	+0.057	+0.058	+0.057	.435
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.378
						−0.032	.346
						−0.072	.306
			−0.144?			−0.124	.254
			−0.166?			0.165	.213
						−0.218	.160
						−0.270	.099
						−0.328	4722.050

Nagaoka und Sugiura glauben in den Abständen der Komponenten eine auch bei anderen Elementen (z. B. Hg) vermutete Gesetzmäßigkeit nachweisen zu können.

Es sei noch erwähnt, daß Rausch v. Traubenberg angibt, bei einer Gitteraufnahme seien einige Linien gekrümmt gewesen, so daß die beiden Enden der Linie mehr nach Rot hin liegen, als die Mitte. Sollte ein starker Poleffekt vorliegen?

Für die Linien 4722 und 4122 haben Lunelund [67] und Wali-Mohammad [72] vergeblich versucht, den Zeemaneffekt zu studieren.

Die Erforschung des Serienbaues des Bi-Spektrums hat in den letzten 10 Jahren keinen Fortschritt gemacht. Bisher sind nur die bereits von Kayser und Runge gefundenen Gruppen konstanter Schwingungsdifferenz bekannt. Sie sind in der Tabelle mit C bezeichnet. Dagegen ist mit Rücksicht auf seine hohe Ordnungszahl das Wismut verhältnismäßig eingehend im Bereiche der Röntgenspektren untersucht worden. Moseley selbst hat es freilich überschlagen. Dagegen haben Siegbahn und Friman [81, 82, 83, 84] bald darauf die L-Serie, Siegbahn [84] und Stenström [87, 89] die M-Serie gefunden. Die erstere ist in neuerer Zeit mehrfach gemessen worden, wobei die Zahl der schwächeren Linien gestiegen ist. In der Tabelle p. 110 sind die Werte von Coster [98, 100, 101] neben den älteren mit Intensitätsangaben versehenen von Siegbahn und Friman [82, 83, 88] aufgeführt. Die Bezeichnung ist nach Coster-Siegbahn gewählt. Für die Systematik muß auf die Schriften von Sommerfeld, Coster, Wentzel, Smekal[1]) verwiesen werden. In der M-Serie sind mehrere anfangs gemessene Linien ausgeschieden worden. Es sind hier nur die drei Linien genannt, die schließlich Stenström [89] mittels Kalkspat gemessen hat. Vgl. auch [84, 85].

1) Vgl. oben p. 68 Nr. [79, 80] und p. 76.

Schon de Broglie hat 1916 die Grenzfrequenzen in der K-Serie gemessen [80]. Weitere Messungen sind dann von Duane und Patterson [93], Duane, Fricke und Stenström [94] und Siegbahn und Jönsson [90] ausgeführt worden, während Webster [95] Anregungsfrequenzen und Potentiale gemessen hat. Die Zahlen sind nachstehend genannt:

K-Reihe (A. E)

de Broglie	Siegbahn und Jönsson	Duane, Fricke, Stenström
0.138	0.1346	0.1872

L-Reihe (X. E)

	Duane u. Patterson	de Broglie[1]	λ	
L_1	921.6	921	922.8	β_5
L_2	787.2	786	787.4	γ_6
L_3	752,2	758	761	γ_4

Unter λ steht die Linie kürzester Wellenlänge, die der Grenzfrequenz entspricht, nach Webster.

Bandenspektrum.

Zu den mehrfachen früheren sich völlig widersprechenden Angaben über Bandenspektra von Bi oder irgendeiner Verbindung treten die vorher erwähnten von Reismann [78] und solche von Eder und Valenta [70], welche durch schöne Photographien gestützt werden. Das Chlorid gibt in der Bunsenflamme ein Bandenspektrum mit zahlreichen Bandengruppen, die Banden nach Rot abschattiert. Stärker tritt es im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse auf, von metallischem Wismut und verschiedenen Salzen, am stärksten im Feuerwerkssatz, aus Kaliumchlorat, Schwefel, Wismutkarbonat bestehend. — Als Kanten werden angeführt: 6710, 6625, 6500, 6405, 6218, 6045, 5975, 5940, 5875, 5842, 5820, 5780, 5750, 5721, 5685, 5656, 5624, 5605, 4932, 4860, 4834, 4792, 4760, 4748, 4727, 4677, 4663, 4617, 4573, 4550, 4538, 4504, 4466, 4423. Zu erwähnen wäre noch, daß die Photographien eine eigentümliche Gruppe zeigen, scheinbar von Linien, die sonst nicht bekannt sind: 3917, 3903, 3888, 3876, 3866, 3857. —

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß Schäfer und Hein [86] Untersuchungen über die Absorptionsspektra von Wismutverbindungen ausgeführt haben, sowie daß Bracchetti [91] die Absorptionkathodisch niedergeschlagener Wismutschichten untersucht.

1) Korrigiert nach den Angaben des Verfassers.

BROM (Br = 79,96; Z = 35).

Literatur.

[52] Br. Goering, Über den Einfluß der Dichte auf die Absorption der Kohlensäure, des Broms und Jods. Dissert. Königsberg 1907. Braunschweig bei Vieweg & Sohn. 34 pp.

[53] E. J. Evans, The absorption spectrum of bromine at high temperatures. Astrophys. J. 32 p. 291—299 (1910).

[54] L. Ciechomski, Die Absorptionsspektra einiger verflüssigter Gase im Ultraviolett. Dissert. Freiburg (Schweiz) 1910. Freiburg, St. Paulus-Druckerei. 85 pp.

[55] W. H. Julius and B. J. van der Plaats, Observations concerning anomalous dispersion of light in gases. Proc. Amsterd. 1911, p. 1088—1093.

[56] R. W. Wood, Über die Schwächung der Fluoreszenz von Jod- und Bromdampf durch andere Gase. Verh. D. Physik. Ges. 13 p. 72—77 (1911).

[57] Chr. Füchtbauer, Über eine Methode zur Untersuchung von Absorptionslinien mit dem Stufengitter und über die Veränderung von Absorptionslinien durch fremde Gase. Physik. Zs. 12 p. 722—725 (1911).

[58] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Bd. III. Leipzig und Wien bei Deuticke 1912.

[59] R. J. Strutt and A. Fowler, Spectroscopic investigations in connection with the active modification of nitrogen. II. — Spectra of elements and compounds excited by nitrogen. Proc. Roy. Soc. A. 86 p. 105—117 (1912).

[60] G. Ribaud, Sur l'apparition de nouvelles raies dans un tube de Geissler à brome placé dans un champ magnétique. C. R. 154 p. 1151—1153 (1912).

[61] F. Burger und J. Königsberger, Das elektrische Verhalten einiger Dämpfe mit Bandenabsorption. Physik. Zs. 13 p. 1198—1199 (1912).

[62] G. Ribaud, Sur le spectre de rotation magnétique de la vapeur de brome. C. R. 155 p. 900—903 (1912).

[63] G. V. Morrow, The influence of selfinduction on the spark-spectra of non metallic elements. Dubl. Proc. 13 p. 607—620 (1912).

[64] G. Ribaud, Étude quantitative de l'absorption de la lumière par la vapeur de brome dans l'ultraviolet. C. R. 157 p. 1065—1068 (1913).

[65] W. Burmeister, Untersuchungen über ultrarote Absorptionsspektra einiger Gase. Verhandl. D. Physik. Ges. 15 p. 589—612 (1913).

[66] B. Reismann, Die Unterschiede der Polspectra verschiedener Elemente im Geißlerrohr. Dissert. Münster 1913; Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 269—312 (1914).

[67] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).

[68] D. L. Webster, The effect of pressure on the absorption of light by bromine and chlorine, and its theoretical significance. Physic. Rev. (2) 4 p. 177—194 (1914).

[69] J. Malmer, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektra der Elemente. Diss. Lund 1915. Phil. Mag. (6) 28 p. 787—796 (1914).

[70] E. Paulson, Konstante Differenzen in Linienspektren. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 419—430 (1914).

[71] E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. Ann. d. Phys. (41) 46 p. 868—892 (1915).

[72] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X suivie du Br au Bi. C. R. 163 p. 81—90 (1916).
[73] F. Emich, Zwei kleine Mitteilungen zu den Vorlesungen über Spektralanalyse. Physik. Zs. 17 p. 454 (1916).
[74] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements lutetium —zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497 499 (1916). — Dissert. Lund 1916.
[75] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p. 296—341 (1916).
[76] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some of the elements for high frequency X rays. Phys. Rev. (2) 10 p. 697—705 (1917).
[77] H. H. Hughes and A. A. Dixon, The ionizing potentials of gases. Physic. Rev. (2) 10 p. 495—514 (1917).
[78] E. Wagner, Röntgenspektroskopie. Phys. Zs. 18 p. 405-410, p. 432, p. 460, p. 488 (1917).
[79] E. Bögemann, Beiträge zur Kenntnis der Spektra der Halogene. Dissert. Münster (1918). Manuskript.
[80] N. v. Peskoff, Über quantitative Lichtfilter im Ultraviolett. Zs. wiss. Photogr. 18 p. 235—237 (1919).
[81] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. (2) 14 p. 516 -521 (1921).
[82] E. S. Imes, Measurements of the near infra-red absorption of some diatomic gases. Astrophys. J. 50 p. 251—276 (1919).
[83] H. M. Randall and E. S. Imes, The fine structure of the near infra red absorption bands of the gases HCl, HBr, and HF. Phys. Rev. (4) 15 p. 152—155 (1920).
[84] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 3 p. 262 284 (1920).
[85] A. Kratzer, Die ultraroten Rotationspektra der Halogenwasserstoffe. Zs. f. Phys. 3 p. 289—307 (1920). — Ibid. 4 p. 476 (1921).
[86] F. W. Loomis, Infra-red spectra of isotopes. Astrophys. J. 52 p. 248—256 (1920).
[87] A. Haas, Rotationsspektrum und Isotopie. Zs. f. Phys. 4 p. 68—93 (1920).
[88] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 7 p. 341 bis 350 (1921).

Seit den in Band V angeführten Untersuchungen über das Bromspektrum sind von Exner und Haschek [58], Miss Morrow [63] und Frl. Bögemann [79] einige neuere Messungen gemacht worden. Exner und Haschek untersuchen den kondensierten Funken gegen geschmolzenes Bromkali, Miß Morrow und Frl. Bögemann den Funken durch Brom bei Atmosphärendruck oder durch die Dämpfe von Verbindungen in Geißlerröhren. Die Resultate sind in Tabelle 1 zusammengestellt zugleich mit den Ergebnissen der früheren Beobachter, von denen sich die Angaben von Eder und Valenta [35] auf ein Geißlerrohr beziehen, diejenigen von Plücker [8], Galitzin und Wilip [47] ebenfalls auf ein Geißlerrohr, die Angaben von Goldstein [48] auf Entladungen durch den Dampf von Bromverbindungen. Weiter sind die Beobachtungen von Salet [17, 28] berücksichtigt, die an Funken durch Bromgas angestellt sind, ferner diejenigen von Gramont [33], der Funken gegen geschmolzene Salze verwendet, und die Linien, die man aus dem Atlas von Hagenbach und Konen [44] (Geißlerrohr) ablesen kann. Die Zahlen sind in I. A. umgerechnet was freilich nur für Messungen an Geißlerröhren Bedeutung hat, während bei Atmosphärendruck starke, oft nach Violett gerichtete Ver-

Tabelle I.

Eder und Valenta Rohr [35]		Goldstein Salz in Röhre [48]		
		7820	1	
		7530	3	
		7350	3	
		7220	1	
		7160	2	
		7110	2	
		7000	4	1)
		6780	4	1)
		6730	4	
6682.60	2	6685	2	1) 2)
31.79	5	30	5	1) 2)
6582.29	1	—		
59.95	4	6550	1	1) 2)
44.78	1	40	5	
6352.86	1	—		
50.81	10	50	6	1) 2) 3)
6204.15	1	00	2	

Eder und Valenta Rohr [35]		Goldstein Salz in Röhre [48]		
6178.51	2	75	2	
50.39	2	53	1	
49.74	10	58	6	1) 2) 3) 4) R
28.28	3	30	2	2)
18.08	4	11	1	2)
5940.61	4			
5871.75	3	—		1) 3)
64.38	8	—		
52.18	5	50	2	R A
33.49	3	—		
30.82	7	—		1) 2) 3) 4) R
21.18	3			1)
5718.95	4	—		1) 2) 3) 4)
11.08	4	—		2)
5657.61	4	—		2)
00.68	4			
5589.98	8	90	2	1) 2) 3) 4) 5) R

Eder und Valenta Rohr [35]		Goldstein Salz in Röhre [48]		Galitzin und Willip Rohr [47]		Exner und Haschek Funke gegen Salz [58]		
5586.80	4	—		—				
08.27	3	—		—				
06.75	3	—		06.82	1			1) 2) 3) 4) R
5495.08	7			95.08	1			1) 2) 3) 4)
88.79	6			88.78	1			
79.99	3	70	2	—				
66.22	5			66.27	1			1) 2) 3) 4)
50.07	3	—		50.13	1			
42.84	4	—		—				
35.09	5	—		34.59	1			1) 2)
25.00	5	—		25.11	1			1) 2) 3) 4)
22.80	7			22.86	1			2) 4) R K
5396.49	5	95	2	95.59	1			
64.19	2	—		—				
45.34	4	47	2	45.49	1			R K
31.99	10			33.08	1	32.06	2 u	4) R
04.13	7	08		04.15	1	—		1) 2) 3) 4) R K
5272.72	4			72.84	1	—		1) 2)

1) Auch von Plücker gemessen (Röhre).
2) Auch von Salet gemessen (Funke in Gas).
3) Von Gramont gemessen (Funke nach geschmolzenem Salz).
4) Auch von Hagenbach und Konen gemessen (Röhre).
5) Auch bei Galitzin und Willip (Röhre).

Eder und Valenta Rohr [35]		Goldstein Salz in Röhre [48]		Galitzin und Wilip Rohr [47]		Exner und Haschek Funke gegen Salz [58]		
5263.51	4	—				—		1) 2)
38.30	8	42	5	38.31	10	38.2	2 u	1) 2) 3) 4) R
27.74	3	—		27.84	1	—		2)
5193.88	3			93.89		—		
83.90	4	—		83.94	2			2) 3) 4) R K
82.40	7	82	5	82.41	8	82.27	3	1) 2) 4) R
64.39	5	70	2	64.38	1	—		R
5054.67	4	55	1	54.68	2	—		1) 2) 3) 4)
4970.77	4	83	5	70.65	2	—		R
59.83	4	—		—		—		2)
45.59	3	—		45.57	1	—		4)
30.64	5	30	2	30.64	2	30.4	1 u	1) 2) 3) 4) R K
28.70	5	25	4	28.68	1	28.6	1 u	2) 3) 4) R K
21.11	3	—		21.13	1	—		4) R K
4867.68	3			67.72	1			4) R K
66.67	3	—		66.59	1	—		4)
48.81	6	—		48.78	5	49.6	1 u	4) R K
16.72	8	20	4	16.73	10	16.51	8	1) 2) 3) 4) R K
02.86	4	—		02.87	2	—		2)
4798.24	3	—		98.20	1	—		
85.46	10	85		85.51	10	85.27	10	4) R
80.34	6	80	5	80.32	8			2) 4) R
77.12	3	—		77.06	1			R
76.43	7	72		76.44	5	76.3	2 u	4)
75.23	3			75.21	3			R K
73.83	4	—		73.84	2			4)
72.78	3	—		72.78	1			
67.10	8	—		67.21	7	66.92	3	4) R
66.09	5	—		66.05	5			
52.29	3	56	2	52.30	7	—		R
44.35	3	—		44.39	1	—		2)
42.69	8	—		42.72	7	42.57	3	2) 3) R K
35.49	5	—		35.44	4	—		2) 4)
28.81	4	—		28.11	4	—		4)
19.77	8	20		19.75	9	19.62	3	1) 2) 3) 4) R K
17.39	3	—		17.41	2	—		
04.82	10	07	4	04.85	10	04.72	20	1) 2) 3) 4) R
4693.80	8	80	2	93.29	5	93.12	5	2) 3) 4) R K
92.33	3	—		92.33	2	—		
78.71	8	—		78.69	9	78.52	8	1) 2) 3) 4) R K
72.57	6	—		72.60	3	72.4	1 u	4) R K
52.00	6	—		52.01	3	52.1	1 u	4) R K
43.56	4	—		43.53	5	—		2) 4) R
29.48	3	—		29.48	1	—		4) R K
22.81	8	—		22.76	8	22.62	3	1) 2) 3) 4) R K

1) Auch von Salet gemessen (Funke in Gas).
2) Auch von Plücker gemessen (Röhre).
3) Von Gramont gemessen (Funke nach geschmolzenem Salz).
4) Auch von Hagenbach und Konen gemessen (Röhre).

Eder und Valenta Rohr [35]		Goldstein Salz in Röhre [48]		Galitzin und Wilip Rohr [47]		Exner und Haschek Funke gegen Salz [58]		
4614.68	6	15	2	14.58	8	--		4) R
05.72	2	—		..				
01.45	5	—		01.37	2			4) R K
4575.77	6	76	4	75.76	7			4) R K
58.03	4	—		58.09	1	—		4) R K
42.95	8	-		42.91	5	42.8	2 u	1) 2) 4) R K
42.50	2			—		—		
38.78	5	..		38.78	3	38.6	1 u	4) R K
29.83	5	—		29.78	5	-		4) R
25.65	8	26	3	25.58	9	--		4) R
18.50	5	15	3	18.45	7	12.5	1 u	4) R
4490.51	5	90	4	90.45	5	—		1) 4) R
77.79	10	75	4	77.76	10	—		4) R
72.66	8	—		72.62	9			4) R
41.77	8	42	3	41.72	—	—		4)
25.15	5	—		25.11	5			R
07.63	4	—		07.65	1	--		R
4399.70	3	—		99.66	1	-		R
96.38	5	—		96.31	1	-		R K
94.93	4	—		94.91	1			4)
91.59	3	—		91.59	2	--		R
65.59	8	68	2	65.57	8	65.68	4	1) 2) 3) 4)
4297.11	3	—		97.08	3	—		4) 5) R
91.38	6	—		91.38	7	91.2	2 u	1) 2) 4) R K
86.84	6	—		86.87	7	—		1) 2) 4) R K
29.94	4	—		30.00	5	—		4) R K
28.84	8	20	2	28.87	9	28.8	3 u	4) R K
02.48	4			02.47	5	-		
4198.46	6			98.44	8	98.4	1 u	2) 4) R K
98.18	2			98.18	2	--		
79.60	8			79.64	8	79.49	1	1) 2) 4) R
75.76	5			75.76	7	—		4) R
59.98	2			59.98	3	—		
57.88	2			57.88	4	—		R
57.07	3			57.14	4	—		
51.36	3			51.38	3			
48.97	2			48.96	5	...		R A
40.22	6			40.28	8	40.1	1 u	4) R K
35.64	5			35.65	8	—		4) R K
17.48	3 u			17.54	4	—		4)
09.97	4			10.05	3	—		
02.47	4			02.57	2	—		
4075.51	4 u			75.55	3	—		
36.39	4			36.46	3	—		R

1) Auch von Salet gemessen (Funke in Gas).
2) Auch von Plücker gemessen (Röhre).
3) Von Gramont gemessen (Funke nach geschmolzenem Salz).
4) Auch von Hagenbach und Konen gemessen (Röhre).
5) Hier finden sich noch mehrere Linien im Spektrum.

Eder und Valenta Rohr '35		Galitzin und Wilip Rohr '47		Exner und Haschek Funke gegen Salz [58]		Morrow Funke [63		Bögemann Funke [79]		
4024.04	5	24.04	5	—						2) R
08.78	6	08.77	5	—						2) R K
07.30	5	07.29	6	—						R K
3999.62	4	99.59	8							R K
97.12	4	97.07	8							2) R K
92.36	4	92 36	5	—						R
86.52	8	86.55	8	86.4	1 u					2) R K
80.44	10	80.42	9	—						1) 2) R K
80.00	5	80.03	5							
68.65	5	68.66	5							R K
55.85	8	55.84	8	—						2) R K
50 60	7	50.59	8	51.1	1 u					2) R K
39.71	5	39.68	5	40	2 u					2) R K
38.65	5	38.65	4							2)
35.16	6	35.17	5							2) R K
29.58	6	29.56	5							2) R K
24.09	8	24.10	10	24.8	2 u					R K
23.36	6	23.35	5	—						2)
20.69	6	20.66	5	—						2) R K
19.62	6	19.53	5	—						2) R K
14.27	0	14.25	10	15.1	1 u					2) R K
—				08.9	1 u?					
01.27	4	01.24	2	—						R K
3891.64	8	91.68	6	92.0	1 u					2) 3) R K
71.23	6	71.24	6							R K
57.21	6	57.22	6							2)
40.63	3	40.58	4	39.85	1 u					R K
34.71	6	34.70	6							2)
15.62	4	15.64	4							R K
11.40	3	11.39	4	—						R K
3794.00	4	93.99	4	93.50	3					R
72.58	4	72.54	3	—						2)
70.26	2u	—								2)
40.51	5	40.50	3							
				3693.50	3					2)
				69.4	2 u					
				59.9	2 u					
				22	1 u					2)
				12.5	1 u					
				00.65	3					
				3591.40	1					
				68.8	1 u					
				62.35	10			3562.5	4	2)
				51.00	8			51.06	4	2)
				40.15	8	3540.7	4	40.09	5	2)
				28.9	3 u	29.5	4	28.8	4	2)

1) Auch von Salet gemessen (Funke in Gas).
2) Auch von Hagenbach und Konen gemessen (Röhre).
3) Es fehlen Reismann Anode): 3897.9; 3888.7; 3828.6.

Exner und Haschek Funke gegen Salz [58]		Morrow Funke [63]		Bögemann Funke [79]		
3517.85	5	18.1		17.4	5	2)
06.45	5	06.5	4	06.46	4	2)
3487.9	1 u	—		—		
77.1	1 u	—		—		
46.7	1 u	3446.5	2	3446.3	2	1) 2)
34.0	1 u	38.1	1	37.5	1	
17.61	3	17.28	5	16.8	6	1)
16.4	1 u	—		—		
14.41	3	14.18	3	—		1)
02.56	3	02.30	3			1)
3398.0	1 u	—				
97.06	3	96.9	2	96.85	5	1)
71.1	1 u	—		—		
49.81	3	—		49.5	5	1)
33.06	5	—		33.0	6	1)
29.9	1 u	—		—		
21.03	2	22.0	2	22.0	3	1)
01.3	2 u	—		—		1)
3296.41	1	—		—		
91.1	2 u	—		—		
82.2	2 u	—		82.1	3	
80.61	1 u	—		—		
70.11	2	—		—		
67.1	1 u	—		—		
61.7	1 u	—		—		
60.8	1 u	—		—		
52.9	1 u	—		—		
37.9	2 u	37.0	2	38.0	2	
21.1	2 u	—		—		
14.5	1 u	—		—		
08.0	1 u	—		—		
3199.7	1 u	—		99.0		
98.8	2 u	—		—		
85.3	1 u	—		78.0	4	?
74.2	1 u	—		74.0	3	1)
67.6	3 u	68.3	3	68.3	3	1)
65.6	1 u	—				
62.8	2 u	—		64.0	2	
49.6	1 u	48.5		48	3	1)
47.82	2					
30.3	1 u	—		33	2	
29.7	1 u	—		—		
17.43	2	17.5	2	18	3	
16.0	2 u	—		16.0	2	
3091.9	1 u	—		—		
74.43	4	74.8	3	74	5	1)
68.2	1 u	—		—		

Exner und Haschek Funke gegen Salz [58]		Morrow Funke [63]		Bögemann Funke [79]	
3059.2	1 u				
57.7	1 u	57.2			2
56.1	1 u				
47.1	1 u				
36.48	1				
33.73	1	—			
20.83	4	20.8	4	21	3
16.3	1 u			—	
2994.23	3				
84.9	1 u				
83.7	1 u				
82.0	1 u	—			
75.9	1 u			—	
72.2	3 u				
69.08	4	71.8	6	71.0	
67.1	2 u	68.3		68.0	6
61.2	1 u				
52.1	1 u				
35.8	1 u	—			
35.3	1 u				
28.84	1 u	—		—	
26.90	5	25.8	6	26.0	5
22.0	1 u	—		—	
17.3	1 u	—		—	
10.7	1 u	—		—	
07.7	1 u	—		—	
01.19	1 u	00.3	4	—	
2892.2	2 u	91.5	6	91	3
83.9	1 u	—		—	
75.5	1 u	—		—	
72.6	2 u	72.0	4	72	2
67.0	1 u	67.3	3		
46.1	1 u	45.0	3		
43.0	1 u	—			
07.5	1 u	—			
2770.6	1 u	—			
66.8	2 u				
46.4	1 u				
19.1	1 u	—			
13.9	1 u	14.0	3		
2690.3	1 u	—			
60.6	1 u	59.0	6		
27.0	1 u	—			
18.6	1 u				
06.7	1 u	—			
2593.8	2 u	94.0	4		
89.6	1 u	—			

1) Auch von Hagenbach und Konen gemessen (Röhre).
2) Im Original heißt es bei Exner und Haschek: 3440.

Exner und Haschek Funke gegen Salz [58]		Morrow Funke [63]	
79.4	1 u	—	
56.9	2 u	57.2	6 u
41.5	2 u	41.7	6 u
21.81	2	22.1	7 u
2488.6	1 u	89.3	3 u
2392.4	1 u	93.0	2 u
89.8	2 u	89.8	4 u
89.1	1 u	—	
86.8	2 u	86.9	4 u

X-Einheiten.

	Hjalmar [84, 88]	Siegbahn, Malmer, Friman [69, 74, 75]
$L\alpha_1$	8356.6	8391
$L\alpha_2$	8326.2	8360
$L\beta_1$	8106.6	8141
$K\alpha_2$		1040
$K\alpha_1$		1085
$K\beta_1$		929
$K\beta_1$		914

breiterungen auftreten, die mehrere Linien zu „blends" zusammenfließen lassen, so daß die Zahlenangaben schwerlich die Zehntel A. E. genau geben. Es sind im Bereiche der älteren Messungen ferner nur die Linien angeführt, die von mindestens zwei Beobachtern angegeben werden, wobei die Ablesungen an eigenen Aufnahmen mitgezählt sind, und deren Intensität im Mittel 3 übersteigt. Im roten Teile des Spektrums und im Ultraviolett sind dagegen alle gemessenen Linien angeführt. Wir überzeugten uns indes an eigenen Aufnahmen, daß die Zahl der vorhandenen Linien durch die Liste bei weitem nicht erschöpft ist. Der Vergleich der verschiedenen Angaben zeigt, daß trotz der sehr abweichenden Methoden der Leuchterregung und trotzdem die Einschaltung von Kapazität und Selbstinduktion die relative Intensität der Linien stark ändert, einzelne sogar ganz verschwinden läßt, eine Reihe stärkerer Linien allen Spektren gemeinsam sind. Daneben gibt es freilich eine Reihe starker Linien, die nur einzelne Beobachter angeben. Die Verhältnisse liegen hier ähnlich wie bei den anderen Halogenen und dem Funkenspektrum der Luft. Es ist möglich, daß wie Goldstein [48], Reismann [66] und Stark[1]) annehmen, zwei verschiedene Spektra existieren, „Grund-" und „Komplexspektren" in dem Sinne Goldsteins, „Bogen-" und „Funkenspektrum" im Sinne Starks, indes sind die experimentellen Ergebnisse für das Bromspektrum bei weitem nicht ausreichend geklärt, um zwei Spektra sicher trennen zu können. Eine Reihe der stärkeren Linien tritt vielmehr unter allen bisher benutzten Anregungsbedingungen auf. Man vgl. auch Reismann [66].

An weiteren neueren Angaben über das Linienspektrum des Broms sind noch folgende zu erwähnen. Reismann [66] benutzt ein Rohr mit Calcium oder Nickel-Glühkathode und untersucht die Glimm- und Bogenentladung. Das Kathodenlicht ist bei der Glimmentladung blaßgrün, die positive Säule purpurrot. Letztere zeigt ein intensives kontinuierliches Spektrum zwischen λ 438 und λ 350 mit einigen diffusen Maximis, das im Kathodenlicht viel schwächer

1) J. Stark und R. Künzer, Ann. d. Phys. (4) 45 p. 29—74 (1914).

ist. Bei Bogenentladung ist die positive Säule weißlich gefärbt, das Kathodenlicht durch Calciumbromidbanden (wegen der Oxydkathode) intensiv rot gefärbt. Die meisten Linien treten an der Kathode auf. Man findet bei Reismann eine Photographie und Tabellen für den Intensitätsverlauf der Linien des Brom in der Richtung von der Kathode zur Anode. Reismann kommt zu dem Schlusse, daß man zwei völlig getrennte Spektra des Brom habe, das eine (Funkenspektrum) an der Kathode, das andere in der positiven Säule und an beiden Elektroden, indes dort in einer vom Funkenspektrum gänzlich verschiedenen Intensität. Die Linien Reismanns sind in der Tabelle mit R bezeichnet, wobei der Zusatz K bedeutet, daß die Linie nur an der Kathode, A daß sie nur an der Anode oder in der pos. Säule vorkommt. — Ribaud [60] findet, daß die Farbe einer Geißlerröhre sich aus Violett in Grün ändert, wenn er die Röhre in ein Magnetfeld bringt. Offenbar handelt es sich um eine der schon vielfach bemerkten sekundären Einwirkungen.

Neben dem Linienspektrum besitzt das Brom bekanntlich zwei verschiedene Bandenspektra, von denen das eine auch in Absorption auftritt und aus kannelierten Banden aufgebaut ist. Das zweite entsteht, wie Strutt und Fowler [59] zeigen, auch wenn Bromdampf mit aktivem Stickstoff zusammengebracht wird. Es besteht aus acht schmalen Bändern zwischen λ 6070 und λ 5875 und einem diffusen Bande zwischen λ 2930 und λ 2890. Die Gesamtfarbe des leuchtenden Broms ist in diesem Fall Orange. Das Spektrum dürfte dem ähnlichen, aus diffusen Banden bestehenden Spektrum des Jod entsprechen.

Endlich liegt eine Angabe über das Glühspektrum und eine Angabe über die Fluoreszenz vor. Emich [78] beschreibt einen Versuch zur Demonstration des Glühens von Bromdampf in einer Quarzröhre, während die Mitteilung von Wood [56] sich auf die später weiter verfolgte Schwächung der Fluoreszenz von Dämpfen, insbesondere auch von Bromdampf durch andere Gase bezieht.

Eine ganze Reihe von Arbeiten behandeln die Absorption des Bromdampfes. Sie seien hier kurz erwähnt. Julius und van der Plaats [55] zeigen, daß alle Linien des Absorptionsspektrums anomale Dispersion besitzen. Ribaud findet zwar keinen Zeemaneffekt an den Linien des Absorptionsspektrums (?) wohl aber magnetische Rotationspolarisation. Burmeister [65] findet, daß Brom im Ultrarot oberhalb 1 μ nichts absorbiere. — Goering [52] schildert die bekannte Entwicklung des Bandenspektrums mit steigender Dampfdichte. Er meint, daß die Dicke der Schicht die Absorption nicht vermehre (?). Ribaud [64] gibt als Grenze der Absorption nach kurzen Wellen λ 340 an. Auf seine Anwendung von Absorptionsmessungen zur Prüfung der Theorie der Absorption kann nur hingewiesen werden. Webster [68] variiert den Druck entweder durch Steigerung der Temperatur oder durch Beimengung fremder Gase. Er findet, daß für den scheinbar kontinuierlichen Teil des Absorptionsspektrums das Beersche Gesetz gelte, nicht aber für die Banden. Auch hieraus werden theoretische Schlüsse gezogen. — Evans [53] findet, daß die Absorption verschwindet, wenn man die Temperatur über eine gewisse

Grenze steigert. Je dichter der Dampf ist, desto höhere Temperatur ist nötig. Die Erscheinung wird auf die Dissoziation des Dampfes zurückgeführt. — Daß fremde Gase die einzelnen Absorptionslinien beeinflussen, zeigt Füchtbauer [57]; Luft und Wasserstoff wirken verschieden auf die Einzellinien des Absorptionsspektrums ein. — Daß absorbierender Bromdampf nicht die Leitfähigkeit eines ionisierten Gases aufweist, zeigen Burger und Königsberger [61]. Unter Heranziehung der Korrespondenz von Emission und Absorption wird von ihnen auf die gleiche Eigenschaft des leuchtenden Bromdampfes bei der Emission des Bandenspektrums geschlossen, und gefolgert, daß also in diesem Falle die Emission nicht durch ionisierte Träger erfolge. Die Frage ist durch die neuere Entwicklung der Lehre von der Emission in einen anderen Zusammenhang gerückt. — Nachdem wiederholt Bromdampffilter als Ultraviolettfilter empfohlen worden waren, hat Frl. Bögemann [79] die Absorption in einer mit bei 60° gesättigtem Bromdampf gefüllten Quarzkugel von 6 cm Durchmesser untersucht. Die Absorption ist unter diesen Umständen von λ 3650 bis λ 5800 eine vollkommene. Andererseits ist der Bromdampf von λ 3650 bis λ 2200 unter den angegebenen Bedingungen völlig durchsichtig. Ein Quarzgefäß mit Bromdampf eignet sich also in der Tat für viele Zwecke als Ultraviolettfilter. Die Angaben von Peskoff [80] bringen nichts neues.

Wie bei den meisten Elementen, so findet Paulson [67, 70] auch bei Brom zahlreiche Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz. Er benutzt die Messungen von Eder und Valenta. Seine Angaben sind in der folgenden Tabelle enthalten. In der ersten Spalte stehen die Wellenlängen ohne Korrektion nach J. A., in der zweiten die Schwingungsdifferenzen. Eine Anzahl der hier benutzten schwachen Linien ist in der Haupttabelle nicht genannt. Man vergleiche dazu Band V.

Tabelle II.

λ	Diff.	λ	Diff.
5489.00 95.24	20.68	4525.82 38.96	68.91
4601.63 05.90	20.15	4477.93 90.68	68.40
4538.95 43.12	20.23	4735.67 66.27	185.56
4525.82 30.00	20.38	4622.99 52.18	185.72
4005.69 08.93	20.18	3920.73 50.75	185.89
3888.67 91.79	20.62	3914.42 35.81	185.61
4728.49 42.87	64.11	3871.38 91.79	185.46
4530.00 43.12	63.76		

λ	Diff.		λ	Diff.	
5852.40 5040.88	254.34		4705.00 4774.01 4785.64	307.23 50.91	358.14
5194.08 5268.68	254.57		4441.94 4513.67		357.77
4185.79 4179.76	254.86		4175.92 4230.10	306.72	
5345.58 5485.80 50.28	306.96 50.57	350.53	4140.37 98.62 4202.64	306.68 51.29	357.97
4652.18 4719.95	308.64		3950.75 90.21 4007.45	306.69 51.43	358.12
4575.95 4641.86 52.18	307.97 50.11	358.08	3891.79 3938.80 46.80	306.68 51.46	358.14
4365.76 4425.32	308.28				
3920.84 68.80	308.21				

Sowohl die Emission wie die Absorption des Bromdampfes sind im Bereiche der Röntgenstrahlen schon frühzeitig untersucht worden, die Absorption schon deswegen weil sie infolge des Bromgehaltes der photographischen Platten auf den meisten Aufnahmen sich bemerkbar macht. Die in der K-Serie von Siegbahn und seinen Mitarbeitern [69, 75] in der L-Reihe, in neuerer Zeit von Hjalmar [84, 88] in älterer Zeit von Siegbahn, Friman, Malmer, Stenström [69, 74, 75] gemessenen Linien sind im Anhang der Wellenlängentabelle aufgeführt. Gegenüber den neueren Zahlen von Hjalmar haben die älteren von Siegbahn natürlich nur qualitative Bedeutung. Die Bezeichnung ist diejenige von Siegbahn.

Die Absorptionsgrenze des Broms in der K-Reihe ist aus dem schon angegebenen Grunde wiederholt gemessen worden. Wagner [71, 78] gibt an (in X-Einheiten) 926, de Broglie [72] 913.9, Duane und Kang-Fuh-Hu [81] 917.9 und ebenso Blake und Duane [76]. Endlich geben Hughes und Dixon [77] als Ionisationspotential 10 Volt.

Von den Absorptionsspektren von Bromverbindungen sei dasjenige von HBr besprochen. Ciechomski [54] findet, daß im Ultraviolett ein ziemlich scharfer Absorptionsstreifen bei λ 2749 beginnt. Die Absorption im Ultrarot ist mehrfach untersucht worden. Burmeister [65] findet Absorption von 4.5 μ bis 3.5 μ mit zwei Absorptionsmaximis bei 4.0 μ und 3.84 μ. Imes [82] und noch genauer Randall und Imes [83] haben dann diese Absorptionsbanden mittels Prisma und Gitter ausgemessen und in zahlreiche Teilbanden aufgelöst, die neben den Absorptionsbanden der anderen Halogen-Wasserstoffe fast gleichzeitig durch Loomis [86], Kratzer [85] und Haas [87] benutzt worden sind, um unter Benutzung des Hantelmodells die Frage des Isotopennachweises an ultraroten Banden theoretisch zu prüfen.

KOHLENSTOFF (C = 12.00, Z = 6).

Literatur.

[188] B. Goering, Über den Einfluß der Dichte auf die Absorption der Kohlensäure, des Broms und Jods. Dissert. Königsberg 1907. Braunschweig bei Vieweg. 34 pp.

[189] Sir N. Lockyer, F. E. Baxandall and C. D. Butler, On the origin of certain lines in the spectrum of ε Orionis (Alnitam). Proc. Roy. Soc. A 82 p. 532—545 (1909).

[190] A. Fowler, Terrestrial reproduction of the spectra of the tails of recent comets. Monthly Not. 70 p. 176—182 (1909).

[191] H. von Dechend, Spektralanalytische Untersuchung des Glimmlichtes an Spitzen. Ann. d. Phys. (4) 30 p. 719—745 (1909).

[192] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektra. Wien. Ber. 119 IIa p. 519—613 (1910).

[193] Th. Lyman, The spectrum of a carbon compound in the region of extremely short wave-length. Proc. Amer. Acad. 45 p. 315—322 (1910).

[194] A. de Gramont et M. Drecq, Sur certaines conditions d'apparition du spectre de bandes attribué au cyanogène. C. R. 150 p. 1235—1236 (1910).

[195] H. von Dechend und W. Hammer Über Kanalstrahlen. Sitzungsber. Heidelb. Akad. 1910, 21.

[196] F. Paschen, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra. III. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 717—738 (1910).

[197] W. Jungjohann, Über Emission und Absorption leuchtender Gase bei hohen Stromdichten unter Verwendung von Gleichstrom. Dissert. Münster 1910. Zs. f. wiss. Photogr. 9 p. 84—103, 105—129 (1910).

[198] A. Trowbridge and R. W. Wood, Ultrarote Untersuchung mit der Echelette. Physik. Zs. 11 p. 1114—1115 (1910).

[199] F. Croze, Prolongement des spectres de bandes des gaz carbonés dans le rouge extrême et l'infra-rouge. C. R. 150 p. 1672—1673 (1910).

[200] R. J. Strutt, On flames of low temperature supported by ozone. Proc. physic. Soc. 23, II p. 147—151 (1911).

[201] G. Gross, Zur Kenntnis des Lambertschen Kosinusgesetzes. Jahresber. Schlesische Ges. f. vaterl. Kultur 1911.

[202] A. de la Baume-Pluvinel et F. Baldet, Sur le spectre de la comète Kiess. C. R. 153 p. 459—462 (1911).

[203] G. Millochau, Contribution à l'étude des effets spectraux des décharges électriques dans les gaz et les vapeurs. C. R. 153 p. 808—812 (1911).

[204] A. Fowler, Investigations relating to the spectra of comets. Monthly Not. 70 p. 484—496 (1910).

[205] J. Meunier, Sur les conditions de la production du spectre de Swan et sur ce qu'on peut en conclure relativement aux comètes qui possèdent ce spectre. C. R. 153 p. 863—865 (1911).

[206] A. de la Baume-Pluvinel and F. Baldet, Spectrum of comet Morehouse (1909c). Astrophys. J. 34 p. 89—104 (1911).

[207] G. Hertz, Über das ultrarote Absorptionsspektrum der Kohlensäure in seiner Abhängigkeit von Druk und Partialdruck. Dissert. Berlin 1911. Verhandl. phys. Ges. 13 p. 617—643 (1911).

[208] H. Donaldson, On the spectra of the electrodeless ring discharge in certain gases. Phil. Mag. (6) 22 p. 720—727 (1911).

[209] G. Stead, On the separation of spectra in compound gases. Phil. Mag. (6) 22 p. 727—733 (1911).

[210] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. 2. Bd. Leipzig und Wien bei Deuticke 1912.

[211] R. J. Strutt, A chemically active modification of Nitrogen, produced by the electric discharge. Proc. Roy. Soc. A 85 p. 219—229 (1911).

[213] A. de la Baume-Pluvinel et F. Baldet, Sur le spectre de la comète Brooks (1911c). C. R. 154 p. 1286—1288 (1912).

[214] A. Fowler, The spectrum of comet Morehouse. Astrophys. J. 35 p. 85—90 (1912).

[215] P. Weiss, Notes on band spectra by W. Ritz. Astrophys. J. 35 p. 75—88 (1912).

[216] A. Fowler and H. Shaw, The less refrangible spectrum of cyanogen, and its occurrence in the carbon arc. Proc. Roy. Soc. A 86 p. 118—130 (1912).

[217] J. Schwedes, Über Intensitätsmessungen in Spektren strömender Gase bei hoher Stromdichte unter Verwendung von Gleichstrom. Dissert. Münster 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 11 p. 169—204 (1913).

[218] R. J. Strutt and A. Fowler, Spectroscopic investigations in connection with the active modification of nitrogen. II. — Spectra of elements and compounds excited by the nitrogen. Proc. Roy. Soc. A 86 p. 105—117 (1912).

[219] E. von Bahr, Über den Einfluß der Temperatur auf die ultrarote Absorption der Gase. Ann. d. Phys. (4) 38 p. 206—222 (1912).

[220] H. Konen, Über die Beteiligung der Luft an der Emission des Lichtbogens bei Atmosphärendruck. Festschrift Med.-Naturw. Ges. Münster 1912, p. 28—42.

[221] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities of the elements producing these lines, in spectra of the oxyhydrogen flame and the spark. Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).

[222] A. Fortrat, Structure de quelques bandes spectrales. C. R. 154 p. 1153—1156 (1912).

[223] R. Fortrat, Simplifications des raies spectrales par le champ magnétique. C. R. 156 p. 1459—1461 (1913).

[224] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach dem internationalen System. Wien. Ber. 122 IIa p. 607—633 (1913).

[225] A. S. King, A study of the relation of arc and spark lines by means of the tube-arc. Astrophys. J. 38 p. 131—156 (1913).

[226] K. Wolff, Untersuchungen im äußersten Ultraviolett. Ann. d. Phys. (4) 42 p. 825—839 (1913).

[227] R. Fortrat, Grouppements des raies réels ou apparents dans les spectres de bandes. C. R. 157 p. 991—994 (1913).

[228] R. W. Lawson, Okkludierte Gase in Geißlerröhren. Physik. Zs. 14 p. 938 bis 941 (1913).

[229] W. Burmeister, Untersuchungen über die ultrarote Absorption einiger Gase. Verhandl. physik. Ges. 15 p. 589—612 (1913).

[230] E. v. Bahr, Über den Einfluß des Druckes auf die Absorption langwelliger Strahlen in Gasen. Verhandl. physik. Ges. 15 p. 673—677 (1913).

[231] E. v. Bahr, Über die ultrarote Absorption der Gase. Verhandl. physik. Ges. 15 p. 710—730 (1913).

[232] E. v. Bahr, Über die ultrarote Absorption der Gase. Verhandl. physik. Ges. 15 p. 1150—1158 (1913).

[233] A. Reis, Beiträge zur Spektroskopie der Flamme. Verhandl. physik. Ges. 15 p. 1247—1258 (1913).

[234] R. J. Strutt, An active modification of nitrogen produced by the electric discharge. Proc. Roy. Soc. A 88 p. 539—549 (1913).

[235] O. Oldenberg, Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 133—172 (1913).

[236] R. W. Lawson, The spectra of high-frequency discharge in Geissler tubes. Phil. Mag. (6) 26 p. 966—981 (1913).

[237] F. Croze, Recherches expérimentales sur les spectres d'émission des gaz usuels. Thèse, Paris 1913. 101 pp.

[238] B. Reismann, Die Unterschiede der Polspektra verschiedener Elemente im Geißlerrohr. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 269—312 (1914).

[239] R. Fortrat, Simplification et régularisation des bandes spectrales par le champ magnétique. C. R. 158 p. 334—335 (1914).

[240] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2 10 Nr. 12 (1914).

[241] R. Fortrat, Recherches de magnéto-optique. Thèse faculté d. sc. Paris 1914.

[242] W. M. Watts, On the spectra given by carbon and some of its compounds; and in particular the „Swan" spectrum. Phil. Mag. (6) 28 p. 117—128 (1914).

[243] H. Deslandres et V. Burson, Action du champ magnétique sur les raies de séries arithmétiques dans une bande du gaz de l'éclairage. C. R. 157 p. 1105—1111 (1913).

[244] H. Deslandres et V. Burson, Étude précise des spectres de bandes, dits „spectre de Swan", dans le champ magnétique. Division et polarisation des raies spectrales. C. R. 158 p. 1851—1857 (1914).

[245] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum.... Wien. Ber. 123 IIa p. 615—628 (1914).

[246] W. Grotrian und C. Runge, Die sogenannten Cyanbanden. Physik. Zs. 15 p. 545—548 (1914).

[247] Niels Bjerrum, Über ultrarote Spectren. II. Verhandl. Physik. Ges. 16 p. 640 bis 642 (1914).

[248] K. Hof, Untersuchung über die Spektren von Kohlenoxyd und Kohlensäure. Zs. wiss. Photogr. 14 p. 39—88 (1914).

[249] A. Reis, Beiträge zur Kenntnis der Flammen. Zs. phys. Chem. 88 p. 513 bis 588 (1914).

[250] H. S. Uhler, On Thieles „phase" in band spectra. Astrophys. J. 42 p. 72—91 (1915); Zs. wiss. Photogr. 15 p. 253—270 (1915).

[250a] A. S. King and P. P. Koch, An application of the registering microphotometer to the study of certain types of laboratory spectra. Astrophys. J. 39 p. 261—277 (1914). Mt. Wilson Contrib. 77.

[251] R. Seeliger, Über die Emissionsbedingungen einiger Bandenspektra des Stickstoffs und Kohlenstoffs. Physik. Zs. 16 p. 55—59 (1915).

[252] H. S. Uhler and R. T. Patterson, The structure of the third cyanogen band and the associated tails. Astrophys. J. 42 p. 434—468 (1915).

[253] Th. R. Merton, On a spectrum associated with carbon, in relation to the Wolf-Rayet stars. Proc. Roy. Soc. 91 p. 498—503 (1915).

[254] L. Kiichling, Gesetzmäßigkeiten in Bandenspektren. Dissert. Freiburg i. B. 1915.

[255] Ch. W. Raffety, On some investigations of the spectra of carbon and hydrocarbons. Phil. Mag. (6) 32 p. 546—559 (1916).

[255a] H. F. Newall, F. E. Baxandall and C. P. Butler, On the identity of Fraunhofers group G in the solar spectrum with the hydrocarbon band 4314. Monthly Not. 76 p. 640—641 (1916).

[256] G. Wendt, Spektralanalytische Untersuchungen an Kanalstrahlen von C, Si und B. Ann. d. Phys. (4) 52 p. 761—774 (1917).

[257] L. Hamburger, Over light-emissie door gassen en mengsels van gassen bij electrische ontladingen. Dissert. Delft. 1917. 187 pp.

[258] A. S. King, A study with the electric furnace of the anomalous dispersion of metallic vapours. Astrophys. J. 45 p. 254—268 (1917.

[259] R. T. Birge, The mathematical structure of band series. II. Physic. Rev. (2) 11 p. 136—137 (1918).

[260] Torsten Heurlinger, Untersuchungen über die Struktur der Bandenspektra. Lund 1918. 66 u. 41 pp.

[261] T. Heurlinger, Über die Störungen in den Linienserien der Bandenspektren. Physik. Zs. 19 p. 316—318 (1918).

[262] T. Heurlinger und E. Hulthén, Über die Struktur des Bandenspektrums brennender Kohlenwasserstoffe. Zs. wiss. Photogr. 18 p. 241—248 (1919).

[263] H. Deslandres, Remarques sur la constitution de l'atome et les propriétés des spectres de bandes. C. R. 168 p. 1179—1180; 169 p. 593—598, 745—752, 1365—1371 (1919).

[264] J. C. Mc Lennan and R. J. Lang, An investigation of extreme ultra-violet spectra, with a vacuum grating spectrograph. Proc. Roy. Soc. A 95 p. 258—273 (1919).

[265] J. C. Mc Lennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultra violet. Proc. Roy. Soc. A 95 p. 316—332 (1919).

[266] S. Barratt, The origin of the „Cyanogen" bands. Proc. Roy. Soc. A 98 p. 40 bis 49 (1920).

[267] R. A. Millikan, The extension of the ultraviolet spectrum. Astrophys. J. 52 p. 47—64 (1920).

[268] A. Bachem, Magnetoptische Untersuchungen an der Stickstoffbande 3888. Zs. f. Physik 3 p. 372—388 (1920).

[269] G. A. Hemsalech, On the excitation of the spectra of carbon, titanium and vanadium by thermoelectronic currents. ... Phil. Mag. (6) 39 p. 241—285 (1920).

[270] W. H. Bair, The spectra of some compound gases in vacuum tubes. Astrophys. J. 52 p. 301—316 (1920).

[271] T. Heurlinger, Über Atomschwingungen und Molekülspektra. Zs. für Physik 1 p. 82—91 (1920).

[272] R. A. Millikan, J. S. Bowen and R. A. Sawyer, The vacuum-spark spectra in the extreme violet of carbon, iron, and nickel. Astrophys. J. 53 p. 150—160 (1921).

[273] A. S. King, Intensity differences in furnace and arc among the component series in band spectra. Astrophys. J. 53 p. 161—164 (1921).

[274] A. Kratzer, Zur Theorie der Bandenspektren. Habilitationsschrift. München 1921. Manuskript.

[275] E. H. Kurth, Soft X-rays of characteristic type. Phys. Rev. (2) 17 p. 528 bis 529 (1921).

[276] A. Kratzer, Die Termdarstellung der Cyanbanden. Phys. Zs. 22 p. 552—555 (1921).

[277] R. A. Millikan, The further extension of the ultraviolet spectrum and the progression with atomic number of the spectra of light elements. Proc. Nat. Acad. 7 p. 289 bis 294 (1921).

1. Linienspektrum.

Das Linienspektrum der Kohle, — wahrscheinlich noch immer recht unvollständig bekannt — ist durch eine Anzahl von Linien vermehrt worden. Zunächst haben Exner und Haschek [212] im langwelligen Teil des Funkenspektrums eine ganze Reihe Linien angegeben, von welchen einige wenige schon früher durch Ångström, Gramont, Eder und Valenta gefunden waren, die meisten aber neu sind, also nur auf einem Beobachter beruhen. Diese Linien, — reduziert auf das internationale System, sind:

6582.88	2	5145.2	1 u	4771.8	1 u	4580.1?	1 u	4410.8	2 u
6577.98	8	43.4	1 u	4673.7	1 u	4481.0	1 u	4395 18	1 u
5151.1	1 u	33.2	1 u	67.27	1	33	2 u	4373.8	2 u

Lockyer [189] fand im Spektrum von ε Orionis ein Linienpaar 4650, 4647, dessen Ursprung unbekannt war. Nach längerem Suchen zeigte sich, daß dieses Paar bei starken Entladungen in Geißlerrohren auftritt, die Kohlenstoff enthalten: es wurde hier gemessen zu: 4447.35 und 4650.74 (reduziert). Lockyer ist also geneigt, es für Kohlelinien zu halten. Dann findet Morton [253] im Funken zwischen Kohlespitzen in Wasserstoffatmosphäre dieselben beiden Linien, nebst folgenden: 5826, 5812, 5801, 5696, 4651, die also auch zu Kohle gehören müßten[1]). Die ganze Reihe tritt in den Wolf-Rayet-Sternen auf.

Von der charakteristischen Linie des sichtbaren Spektrums bei 4367, von welcher schon Hartmann [158] vermutet hatte, sie sei doppelt, findet King [225] das bestätigt; der Abstand der Komponenten sei 0.26, die langwellige Komponente doppelt so stark wie die kurzwellige. Man vergleiche auch hierzu die photometrischen Kurven von King und Koch [250a].

Eder [245] bestimmt die Linie, die bisher die kürzeste Wellenlänge hatte, zu 2296.85. Ferner findet er, daß eine Linie bei 1931, deren Zugehörigkeit nicht sicher schien, — Schumann hatte sie für Si gehalten, Eder und Valenta hier eine Aluminiumlinie gefunden, — doppelt sei. Er mißt: 1930.85 (2) und 1930.07 (8). Die Aluminiumlinie liegt dazwischen bei 1930.33.

Der Hauptfortschritt ist aber bei noch kürzeren Wellenlängen erreicht worden; Wolff [226], Lyman [193], Mc Lennan [264, 265], endlich Millikan [267, 272] sind gewaltig weit in das Schumanngebiet eingedrungen, Millikan scheint sogar das Röntgengebiet erreicht zu haben. Die Besprechung mag von der weitaus vorzüglichsten Arbeit ausgehen, der von Millikan. Er photographiert mit einem im Vakuum aufgestellten Konkavgitter von etwa 1 m Krümmungsradius, erhält auf seinen Platten das ganze Spektrum erster Ordnung von der Wellenlänge 0 bis etwa λ 2200. Die kurzwelligen Linien z. B. λ 500, werden sich also in 0ter, erster, zweiter, dritter, vierter Ordnung auf der Platte finden, und dadurch ist die Möglichkeit gegeben, die Wellenlängen ohne alle übrigen Hilfsmittel mit großer Genauigkeit absolut zu bestimmen. Die Messung wird kontrolliert und bestätigt dadurch, daß theoretisch von Paschen berechnete Serienlinien sich mit großer Genauigkeit vorfinden. Millikan schätzt die Fehlergrenze bei scharfen Linien auf 0.1 A. Die auflösende Kraft dagegen ist gering, Linien, die um wenige A. E. auseinanderliegen, werden nicht getrennt. Als Lichtquelle benutzt Millikan einen sehr kurzen kräftigen Funken im Vakuum. Das Kohlespektrum bricht plötzlich mit der Linie 360.5 A ab, während andere Elemente noch kürzere Wellenlängen geben.

Ein Vergleich mit den Messungen von Lyman [193] zeigt, daß derselbe eine ganze Anzahl Kohlelinien im Heliumspektrum und im Metallfunkenspektrum als unbekannte, zum Teil als Kohle vermutete, Linien gemessen hat, und seine

1) Morton bespricht hier auch eine Linie 5592, welche aber nach Fowler und Brooksbank (Monthly Not. 77 p. 511—517, 1917) zu Sauerstoff gehört.

Messungen stimmen sehr schön mit denen von Millikan [267]. — In [277] berichtet Millikan kurz über seine Messungen im Ultraviolett. Zwischen 1335.0 Å und 360.5 Å erstreckt sich ein linienreiches Spektrum, das Millikan als zusammengehörig ansieht. Die stärkste Linie ist 1335. Sie wird als die Linie L_α des Röntgenspektrums angesprochen. Kurth bestimmt indirekt [275] 43.6 für K_α, während Millikan 44.4 berechnet. Oberhalb 1335 sind die C-Linien spärlich und weit zerstreut.

Wolff [226] hat nur einige wenige Linien, die sich im allgemeinen auch gut einfügen. Mc Lennan gibt zwei Messungsreihen; die zweite, mit Ainslie und Fuller [265] gemachte, paßt einigermaßen, die erste, mit Lang gemachte [264] dagegen paßt absolut nicht. Es handelt sich dabei um den Kohlebogen; nimmt man an, daß es im wesentlichen das gleiche Spektrum sei, so sind alle Angaben viel zu hoch, die Differenzen liegen zwischen 7 und 24 A. E. In der folgenden Tabelle berücksichtige ich diese Messung von Mc Lennan nicht, da der Vergleich zu unsicher ist, sondern gebe diese Liste besonders.

	Millikan [267, 272]		Wolff [226]		McLennan [265]		
2026	1	1					
1993	0						
81	1	7	1.05	8	30.5	15	1)
10	2	0	—		—		
1827	3	1	6.30	1	—		
20	—		0.47	2	—		
07	—		7.39	4	—		
1758	—				58.1	9	
52	3	2			49.7	5	
1670	6				—		
57	6	5	6.44	6	—		
54	—		4.96	10	56.9	10	
53	—		3.94	5	—		
24	3?	1			—		
15	6	1			—		
1561	3	5			62.0	9	
61	—				61.2	9	
60	—				60.5	9	
50	9	3			50.7	2	
48	8	4			48.5	3	
1482	1	1			83.8	5	
63	7	2			64.5	6	
32	2	1					
26	9	1					
02	9?	4					
1393	9?	4					
62	6?	5					
56	2	1					

	Millikan [272]	
1335	0	15
28	7	7
22	3	2
10	5	1
1299	2?	3
96	8	2
94	9?	2
78	7	5
62	4	5
47	5	7
30	2	2
15	7	5
06	6?	5
1194	1	8
75	6	15
41	5	4
37	4	3
11	3	2
09	6?	3
1092	6	3
85	3?	3
66	0?	8
36	7	12
22	8	1
10	2	10
991	1?	2
77	1	12
66	0	0

	Millikan [272]	
960	6	0
54	4	0
45	6	4
36	4	1
04	1	10
884	8	1
58	5	5
48	4	0
10	0	5
06	7	6
799	9	5
86	5	1
49	6?	0
43	6	0
11	0	0
687	3	8
61	5	0
51	5	6
41	8	5
36	3	3
09	5?	1
00	2?	1
595	1	5
85	7	3
74	5	6
64	7	3
60	5	3
49	6	2

1) Nach Eder [245]: 1930.85 und 1930.07.

Millikan [272]			Millikan [272			Millikan [272]			Millikan [272]		
43	5	2	17	6	1	59	7	6	84	4	4
38	4	7	511	7	1	50	9	1	72	1?	2
33	3	2	499	7	4	19	8	1	60	5	0
30	3	2	93	7	1	386	4	4			

Die erste Messung von Mc Lennan lautet:
2023 (5), 2020 (1), 1955 (1), 1933 (25) 1813 (1), 1767 (1), 1759 (1), 1667 (25), 1578 (1), 1574 (25), 1497 (1), 1477 (2), 1447 (2), 1416 (1), 1353 (30d), 1348 (25), 1343 (2), 1328 (2), 1299 (3), 1297 (5), 1281 (4), 1200 (1), 1064 (2), 1039 (1), 1004 (3), 934 (2), 918 (1), 584 (1).

Sonst ist in bezug auf das Linienspektrum noch zu erwähnen, daß Hartley und Moss [221] die Linie 2478 als empfindlichste angeben, wie schon früher Gramont [183]. Paulson [240] glaubt auch im Kohlenspektrum Gruppen mit gleichen Schwingungsdifferenzen zu finden und gibt folgende Tabelle:

λ	$\frac{1}{\lambda}$	Differenz
6578.7 (1)	15200.6	12.7
6584.2 (1)	15187.9	
3919.7 (4)	25512.2	11.1
3921.4 (2)	25501.1	
2836.9 (6)	35249.7	11.1
2837.8 (6)	35238.6	

λ	$\frac{1}{\lambda}$	Differenz
5641.0 (3)	17727.4	23.9
5648.6 (3)	17703.5	42.5
5662.2 (8)	17661.0	
5133.7 (7)	19479.1	42.4
5144.9 (7)	19436.7	23.7
5151.2 (7)	19413.0	
2509.2 (8)	39853.3	42.8
2511.9 (8)	39810.5	

Nach Wendt [256] ist λ 2478 eine einwertige, λ 4267 eine zweiwertige Linie.

2. Cyanbanden.

Mit diesem Namen bezeichnen wir im Anschluß an die historische Entwicklung bis auf weiteres die Banden, die in kohlenstoffhaltigen Flammen, im Bogen, im Funken, in zahlreichen anderen Entladungsvorgängen beobachtet werden. Schon Faraday hat sie gesehen, und sie sind seitdem wegen ihrer Auffälligkeit und des scheinbar deutlich gesetzmäßigen Baues der Gegenstand zahlloser Untersuchungen gewesen. Im Bande V ist eingehend über die Entwicklung unserer Anschauungen über die Herkunft und den Bau dieser Banden berichtet worden. Die Mehrzahl der Beobachter, und gerade die sorgfältigsten unter ihnen, stimmten darin überein, daß die fraglichen Banden einer Verbindung des Kohlenstoffs mit Stickstoff zukommen. Trotz mancher Bedenken glaubte man im Cyan diese Verbindung sehen zu müssen. Daher haben die fraglichen Banden den Namen Cyanbanden erhalten. Es sei daran erinnert,

daß es sich um zwei verschiedene Gruppen handelt, die eine im Rot gelegen und nach Rot abschattiert, die andere aus vier Einzelsystemen bestehend, im Violett und Blau gelegen und nach Violett abschattiert. Es sei nun hinzugefügt, was über diese Banden seit 1909 publiziert worden ist. Wir wollen das Material nach zwei Gesichtspunkten besprechen: a) Ursprung der Banden, b) Erzeugung, Messung und Bau der Banden. Die Arbeiten, die sich mit der Variation der Banden, insbesondere mit dem Zeemaneffekt befassen, sollen am Schluß der Besprechung der Bandenspektra der Kohle für alle Banden gemeinsam behandelt werden.

a) Ursprung der „Cyanbanden". Die Frage gehört zu den bekannten spektroskopischen Streitfragen, bei denen eine Entscheidung auf die größten Schwierigkeiten stößt, zum Teil wegen der Zweideutigkeit der Fragestellung selbst, da möglicherweise die Anwesenheit einer Substanz zur Erzeugung einer bestimmten Emission einer anderen Substanz begünstigend wirken kann, wie z. B. die Anwesenheit von H zur Emission des Heliums, ohne daß die Verbindung der beiden Substanzen der Träger der Emission zu sein brauchte. Hiervon abgesehen, lassen sich zwei Klassen von Argumenten unterscheiden, die für die Herkunft eines Bandenspektrums angeführt werden können. Die erste Art zieht chemische Erwägungen heran. Durch Ausschließung einer der beiden fraglichen Komponenten oder beider, ferner durch das Auftreten der Emission in bestimmten Reaktionsräumen oder unter bestimmten Bedingungen von chemischen Gleichgewichten wird unter Vergleich der auftretenden Emissionen auf die Anwesenheit oder Existenzmöglichkeit einer Verbindung geschlossen. Die zweite Argumentation geht von theoretischen Gesichtspunkten aus und schließt aus Zahlenbeziehungen im Bau zweier Bandenspektra auf die Identität der Träger. Beide Beweisführungen haben ihre Mängel. Es ist praktisch unmöglich, geringste Spuren weitverbreiteter Elemente, wie etwa des Kohlenstoffs, auszuschließen. Bei der Empfindlichkeit der meisten Spektralreaktionen bedeutet das, daß stets der Einwand gemacht werden kann, daß die fragliche Substanz doch vorhanden sei. Der zweite Weg der theoretischen Ableitung erscheint sehr aussichtsreich. Allein um ihn zuverlässig zu machen, müßte die Theorie doch wohl noch weiter entwickelt und die Rechnung detaillierter durchgeführt sein, als es bisher der Fall ist. Namentlich erscheinen einzelne Zahlenbeziehungen zwischen den Koeffizienten von Serienformeln an sich nicht sehr beweiskräftig, zumal wenn es sich um den Vergleich von Elementen mit nahezu gleicher Ordnungszahl und Atomgewicht handelt. So kann es nicht verwundern, daß die Meinungen über den Ursprung der Cyanbanden noch keineswegs geklärt sind. Während die Theoretiker und eine Reihe von Experimentatoren sich der von Runge und Grotrian [246] vertretenen Ansicht zuneigen, daß das Cyanspektrum in Wahrheit ein Teil des Stickstoffspektrums sei, wird von anderer Seite, namentlich von vielen Chemikern, ebenso energisch an dem Standpunkt Liveing und Dewars festgehalten, daß die fraglichen Banden dem Cyan oder doch einer Kombination von Kohle und Stickstoff zu-

zurechnen seien. Wir glauben, daß eine sichere Entscheidung zwischen beiden Ansichten zurzeit auf Grund der bisher bekannten Tatsachen und Theorien noch nicht möglich ist, und halten es daher für zweckmäßig, daß einstweilen die alte Bezeichnung der Banden beibehalten wird, ohne daß damit gesagt werden soll, daß diese nun gerade dem chemischen Körper Cyan zugerechnet werden sollen. Wir führen nun die von beiden Seiten vorgebrachten Versuche und Gründe an.

Grotrian und Runge [246] benutzen den hochgespannten Lichtbogen wie er bei der Stickstoffoxydation verwendet wird. Das betreffende Gas, hier also der Stickstoff, strömt in Spiralbahn durch das lange Rohr, in dem der Bogen brennt. Nur unmittelbar an den Elektroden ist das Material derselben im Spektrum bemerkbar, in der Mitte findet man nur die Gasemission. Läßt man Luft durchströmen, so findet man ein neues Spektrum des Sauerstoffs, das Runge[1]) später ausgemessen und auf seinen Bau untersucht hat, ebenso wie Kratzer [274]. In reinem Stickstoff findet man neben den schwach auftretenden positiven und negativen Banden hauptsächlich die Cyanbanden. Ihre Erklärung durch C erscheint ausgeschlossen. Zufuhr von CO_2 in großer Menge schwächt sogar die Banden. Die Kohlenstoffbanden und die Kohlelinie 2478 fehlen. Verwendet man Kohleelektroden statt der Metallelektroden, so treten in der Nähe der Elektroden die C-Banden auf, in der Mitte nicht.

Aus diesen Umständen wird geschlossen, daß die Kohle nicht nötig sei zur Emission der fraglichen Banden. Die früheren Untersuchungen seien deswegen in die Irre gegangen, weil man die Anwesenheit der Kohle für selbstverständlich gehalten und sich darauf beschränkt habe, die Notwendigkeit des Stickstoffs nachzuweisen. Daß die Cyanbanden überhaupt im Kohlebogen in Luft auftreten, erkläre sich daher, daß die Kohle innerhalb des Bogens den Sauerstoff beseitige und so die Bahn für die Stickstoffemission frei mache. Aus demselben Grunde habe auch Hagenbach (Physik. Zs. 10 p. 649—657 (1909) die Cyanbanden im Bogen zwischen Kupferstäben gefunden. Somit wird das Cyanspektrum dem Stickstoff zugerechnet. Uhler und Patterson [252] wiederholen die Versuche von Grotrian und Runge und bestätigen sie.

Dieser Ansicht schließen sich nun Heurlinger [260, 271] und Kratzer [274, 276] aus theoretischen Gründen an, und zwar deshalb, weil die Konstanten in den Serienformeln der sogenannten Cyan- und negativen Stickstoffbanden nahezu gleich ausfallen, so daß man beide Gruppen von Banden zusammenfassen und somit die Cyanbanden aus den Stickstoffbanden berechnen kann.

Indes lassen sich gegen beide Argumente, so einleuchtend sie auf den ersten Blick erscheinen, einige gewichtige Bedenken erheben, und es lassen sich auch Gegengründe anführen, die nicht ohne Bedeutung sind.

Zunächst läßt sich nicht nachweisen, daß bei dem Versuche von Runge und Grotrian nicht doch Spuren von Kohlenstoff gegenwärtig waren. Hier-

---

1) C. Runge, Über ein neues Bandenspektrum des Sauerstoffs. Physica 1 p. 254 bis 261 (1921).

von gilt das oben Gesagte. Gegen Heurlinger und Kratzer läßt sich einwenden, daß die ungefähre Übereinstimmung einiger Konstanten noch nicht viel beweist, da Stickstoff und Kohle im Atomgewicht zu nahe beisammen liegen, als daß der Einfluß der Differenz notwendigerweise im Trägheitsmoment oder in Gliedern, die von der Masse abhängen, in die Erscheinung treten müßte. Auf der anderen Seite werden eine Reihe wohlbekannter Erscheinungen schwer verständlich, wenn man die Banden dem Stickstoff zuschreibt. Es ist wahr, daß es sehr schwer fällt die Cyanbanden aus Vakuumröhren zu entfernen, und daß man in vielen Aufnahmen von Stickstoffröhren noch Spuren von Bande 3883 findet. Allein die Intensität dieser Emission ist verschwindend gering gegenüber der Emission der eigentlichen Stickstoffbanden, und sie wird durch eben die Mittel verringert, die im allgemeinen die kohlenstoffhaltigen Substanzen aus der Röhre entfernen, nicht etwa den Stickstoff. Je sorgfältiger hier verfahren wird, um so geringer sind die Spuren der Cyanbande. Von großer Bedeutung ist ein Versuch, über den P. Zeit (Dissert. Bonn, 1921) berichtet. In einem N-Rohr erhielt er auch zuerst die Cyanbanden; aber eine starke kondensierte Entladung beseitigte sie vollständig, und sie erschienen dann auch bei unkondensierten Entladungen nicht mehr, während die N-Banden unverändert geblieben waren. Offenbar war die C-Verbindung dissoziiert, der Kohlenstoff an der Wandung des Rohrs in fester Form niedergeschlagen worden. — Daß man auf gleiche Weise auch das CO-Spektrum beseitigen kann, hat Lyman beobachtet (Proc. Americ. Acad. 45 p. 316, 1910).

Sodann ist schwer verständlich, warum die Cyanbanden in den meisten Bogenspektren zwischen Metallelektroden so schwach sind. Auch hier finden sie sich fast immer spurenweise. Allein sie treten sehr viel schwächer auf, als im Kohlebogen (vgl. Konen [220]). Weitere Gründe führt Barratt [266] an. Zu vielen alten Versuchen, namentlich über Entladungen in Flüssigkeiten, sucht er neue hinzuzufügen. Es sei nur ein Versuch erwähnt, der besonders wichtig erscheint. Brennt man Stickoxyd mit Leuchtgas, so erscheinen die Cyanbanden kräftig, ersetzt man das Leuchtgas durch Wasserstoff, so verschwinden sie. Strömt dagegen der Wasserstoff durch ein Gummirohr zu, so treten die Banden wieder auf. Auch bei sonstigen Flammenkombinationen erscheinen die Cyanbanden nur, wenn gleichzeitig N und C vorhanden sind. Auf die Diskussion der Gründe von Runge und Grotrian durch Barratt sei hier nur hingewiesen, ebenso auf die Versuche von Reis an Flammen [233, 249]. Während Barratt die Folgerung von Grotrian und Runge völlig ablehnt, ist Reis nur der Ansicht, daß jedenfalls in Flammen und in den Reaktionen des aktiven Stickstoffs das Cyanspektrum nur dann gefunden wird, wenn nachweisbare Mengen von Dicyan vorhanden sind. Man findet eine Reihe weiterer interessanter Einzelheiten bei Reis. Er benutzt gespaltene und ungespaltene Flammen verschiedener Zusammensetzung. Aus dem Verhalten des Zwischengases der Cyan- und Azetylensauerstoffflamme wird auf die Zugehörigkeit des Cyanspektrums zum Kohlenstoff geschlossen. Die Bande 3360

wird erstmalig als nicht dem Cyan zugehörig nachgewiesen. Reis rechnet sie zum Stickstoff oder einer Verbindung mit Wasserstoff. In der Cyan- und NH_3-Flamme tritt sie zusammen mit der sogenannten dritten positiven Gruppe des Stickstoffs auf. In dem Innenkegel einer Cyanflamme findet sich neben den Cyanbanden die Kohlelinie 2478. In Flammen, die nur Cyanwasserstoff, kein Dicyan enthalten, fehlen die Cyanbanden, wozu paßt, daß nach Strutt [234] aktiver Stickstoff nur beim Zusammentreffen mit Cyan, nicht mit Cyanwasserstoff, die Cyanbanden erregt. Wenn v. Wartenberg (Angabe nach Runge und Grotrian) kein Cyan im Bogen finden konnte, so steht dem entgegen, daß schon Dewar (Proc. Roy. Soc. **28** p. 188—189, 1878) die Bildung von Cyanwasserstoff nachwies.

Wir lassen nun noch einige andere Arbeiten folgen, die sich in der einen oder anderen Weise mit der Zurechnung der Cyanbanden zu einer Verbindung beschäftigen ohne Entscheidendes beizubringen.

Strutt hatte gefunden, daß aktiver Stickstoff mit manchen Kohleverbindungen ein helles Cyanspektrum hervorbringt [211, 234], mit anderen, z. B. Benzoldampf, nicht, ferner, daß die rote Gruppe der Cyanbanden mit einzelnen Verbindungen intensiv erscheint, z. B. mit Kohlenstofftetrachlorid, Chloroform, Bromoform usw., mit anderen nur schwach. Er vermutet einen Zusammenhang des orangefarbigen Leuchtens mit einem Chlorid oder Bromid des Cyans. Dieser Annahme widerspricht Reis [233], der indes auch seinerseits in vielen Fällen ein gegensätzliches Verhalten der beiden Hauptteile des Cyanspektrums findet. — Hemsalech meint sogar (Phil. Mag. (6) **39** p. 241—285, 1920), daß die Anwesenheit von Stickstoff nicht nötig sei, um die Banden hervorzurufen. Gramont und Drecq [194] meinen, daß das Cy durch den Funken zersetzt werde, es könne also nicht zur Entstehung der Banden notwendig sein. Andererseits finden sie, daß das Cy-Spektrum im Funken nach Natriumkarbonat auftritt, während es im Funken nach Natriumchlorür oder Natriumbromür nicht erscheint, es genügt ein Zusatz von 5 pro Mille Natriumkarbonat, um es wieder hervorzurufen. Offenbar läßt sich dieser Versuch wieder zugunsten des Cyans deuten.

b) Herstellung, Messung und Bau des Cyanspektrums. Es wurde bereits erwähnt, daß das Cyanspektrum aus zwei sehr verschiedenen Teilen besteht, den nach Rot abschattierten Banden im Rot und den vier entgegengesetzten Bandengruppen im Violett. Eine fünfte, bei 3360 gelegene Gruppe, die nach Liveing und Dewar bisher ebenfalls zum Cyan gerechnet wurde, ist wohl hier zu streichen. Sie gehört, wie Reis und andere nachgewiesen haben, einer anderen Verbindung an.

Die roten Cyanbanden sind bisher nur wenig untersucht worden. Strutt und Fowler fanden [218], daß aktiver Stickstoff mit verschiedenen Kohleverbindungen, namentlich mit Tetrachlorkohlenstoff, die Banden stark und isoliert hervorbringt. Diese Methode benutzen Fowler und Shaw [216], um das Spektrum genauer zu untersuchen, gleichzeitig mit dem Spektrum des Cyans

in einer Geißlerröhre (Strömungsmethode) und dem Spektrum einer Cyanluft- oder Cyansauerstoffflamme. Es finden sich zahlreiche, nach Rot abschattierte Banden mit je drei Kanten am Beginn. Bei den meisten Banden folgt noch eine vierte Kante. Die Spektra sind bei den drei Erregungsarten nicht identisch in bezug auf die Intensitätsverteilung; am meisten weicht das Geißlerrohr ab. Auch innerhalb der einzelnen Banden ist der Intensitätsabfall bei verschiedenen Erzeugungsarten des Spektrums verschieden. Alle Hauptbandengruppen lassen sich in sieben Reihen unterbringen; die stärksten dritten Kanten werden durch die Formel

$$n = 12.90\,[(p + 0.6)^2 - (m + 0.8)^2] - 9741,$$

dargestellt, wobei p von 73 bis 79, m von 55 bis 66 geht. In der folgenden Tabelle sind in der ersten Kolonne die Wellenlängen der Kanten angegeben, in den drei folgenden die Intensitäten im Falle der Flamme, des Geißlerrohrs, mit aktivem Stickstoff, in der fünften und sechsten die Werte von p und m für die betreffende Bande.

Die Autoren zeigen ferner, daß dieselben Banden auch im gewöhnlichen Kohlebogen vorhanden sind, freilich versteckt unter zahllosen andern Bandenlinien. Sie finden ferner, daß die Banden nicht auftreten, wenn der Bogen in Wasserstoff oder Sauerstoff oder Chlor brennt, so daß ihr Ursprung von C + N sehr wahrscheinlich ist.

Wie Heurlinger und Kratzer zeigen, die diese Banden ebenfalls berechnen [271, 274], stimmen die Konstanten der höheren Glieder der Seriendarstellung für den roten und violetten Teil der Cyanbanden überein.

Croze [198] erhält eine Verlängerung des Spektrums ins Ultrarot; er mißt ungefähr: 7254, 7400, 7536, 8001, 8134.

Es sei noch auf die große Ähnlichkeit dieser Banden mit der ersten positiven Gruppe des Stickstoffs hingewiesen.

	Flamme	Geißlerrohr	Akt. N.	p	m
7485				76	63
7283					
7273					
7259				77	64
7119					
7110					
7091				78	65
6961.6		1	1	74	60
6954.9					
6946.0	2	2	1		
6928.2				79	66
6818.2					
6809.8	1	2	3		
6798.1				75	61
6780.2					
6657.2					
6648.7	4	9	7		
6632.2				76	62
6621.4					
6508.0					
6494.7	9	10	10		
6479.3				77	63
6467.3					
6457.0					
6448.9		1	1		
6438.8				73	58
6355.5					
6347.9	10	9	6		
6332.8				78	64
6301.8					
6294.8		1	2		
6280.0				74	59
6272.5					
6214.4					
6206.7	6	4	1		
6192.3				79	65

	Flamme	Geißlerrohr	Akt. N.	p	m
6154.1					
6147.4	1	8	3		
6133.6				75	60
6124.4					
6013.5					
6006.9	2	6	6		
5993.5				76	61
5984.9					
5866.2		1	1	73	57
5878.3					
5872.2	2	9	9		
5858.7				77	62
5850.6					
5749.3					
5743.3	5	7	7		
5730.8				78	63
5722.4					
5747.9					
5742.2		1	1		
5729.1				74	58
5625.6					
5619.4		2	2		
5607.3				79	64
5616.3					
5611.1	3	3	4		
5598.9				75	59
5591.2					
5490.8					
5485.5	2	5	5		
5474.1				76	60
5467.4					
5370.9					
5365.6	2	4	6		
5354.8				77	61

	Flamme	Geißlerrohr	Akt. N.	p	m
5358.4					
5255.4					
5250.7	2	3	5		
5240.2				78	62
5233.2					
5171.6					
5167.5			1		
5156.3				75	58
5150.4					
5144.9					
5139.6			1		
5130.3				79	63
5058.2					
5054.2		1	1		
5048.7				76	59
4949.7					
4945.9	1	2	3		
4936.4				77	60
4931.3					
4845.9					
4842.3	1	?	4		
4833.2				78	61
4828.3					
4798.1					
4794.6			1		
4785.5				75	57
4746.0					
4742.3			2		
4733.3				79	62
4694.6					
4691.3			2		
4682.6				76	58

Außerdem ist noch eine Serie schwächerer Banden vorhanden.

Für die Banden im sichtbaren und ultravioletten Gebiet liegen neue Messungen von Eder und Valenta [192] und von Exner und Haschek [210] vor, welche ich auf I. A. umgerechnet habe:

	Eder und Valenta	Exner und Haschek
4606	10	10
4577	98	98
53	06	12
31	78	85
14	72	77
02	10	10
4495	10	
93	91	

	Eder und Valenta	Exner und Haschek
4215	96	97
4197	08	07
80	82	84
80	58	—
67	61	63
66	74	—
58	01	02

	Eder und Valenta	Exner und Haschek
3883	40	35
71	89	86
61	71	71
61	—	55
3590	88	84
85	80	82
83	91	88

Für die Gruppe IV bei 3883 sind ausgezeichnete detaillierte Messungen von Uhler und Patterson [252] vorhanden. Nach ihnen sind die Kanten: 3883.402; 3871.441 nebst einer vorhergehenden, nicht meßbaren Linie; 3861.854 und 3861.567; 3854.774 und 3854.566. Die Existenz einer fünften, von Deslandres bei 3851 angegebenen Kante bezweifeln sie. Die Verfasser suchen mit großer Sorgfalt Linienserien heraus[1]), von welchen die erste sich bis zur 168. Linie verfolgen ließ. Es zeigt sich, daß in allen die erste Schwingungsdifferenz wächst, ein Maximum erreicht, dann wieder abnimmt, was bekanntlich der Bandenformel von Deslandres widerspricht, von der Thieles verlangt wird. King [144] hatte zuerst in der Bande 3883 am Ende Kanten entgegengesetzt laufender Banden beobachtet und sie als „Schwänze" erklärt, d. h. Stellen, wo nach der Thieleschen Theorie die Linienserien wieder zu einer Kante zusammenlaufen. In anderer Weise hatte Jungbluth [165] Köpfe und Schwänze einander zugeordnet. Die Autoren zeigen nun zweifellos [250, 252], daß eine solche Zuordnung unmöglich ist. Zu dem gleichen Schluß war schon früher Weiß [215] gelangt. Sie bezweifeln auch für die meisten der von King angenommenen Schwänze, daß sie wirklich Enden (oder Anfänge) von Serien seien, mit Ausnahme der beiden bei 3483 und 3405. — Was aber diese Schwänze sind, ob es zu Cy gehörige, nach Rot abschattierte Banden sind, bleibt unbekannt. Sollten sie sich als Teile der Cyanbanden erweisen, etwa in dem Sinne von Umkehrstellen, so würde das die ganze Theorie der Bandenspektra in ihrer gegenwärtigen Form umstürzen. Auch in der dritten Cyangruppe sind solche Schwänze beobachtet (Bd. V p. 229).

Bei der Aufstellung der Serien machen die Verfasser auch auf die vielen Unregelmäßigkeiten der Struktur aufmerksam. — Endlich sei hier noch erwähnt, daß sie von einem in N brennenden Kohlebogen zwei bisher unbekannte Bänder erhalten, die nach Rot abschattiert sind. Das von kürzerer Wellenlänge zeigt keine Kante, das andere hat seine Kante bei 3280.85. Der chemische Ursprung ist nicht festgestellt.

Auch Birge [259] macht Rechnungen zur Darstellung der Serien in Bandengruppe 3883.

Daß in der Bande 3883 relative Intensitätsveränderungen der verschiedenen Linienserien auftreten, hatte zuerst Deslandres bemerkt, dann Haverkamp [187] genauer erfolgt. Es handelt sich um die Stelle 3875; Haverkamp fand, daß Druckdifferenzen diese Wirkung hervorbringen. Strutt und Fowler [218] bemerken nun, daß in den Banden, welche durch das Zusammentreffen von aktivem Stickstoff mit Kohleverbindungen auftreten, das Helligkeitsminimum an der betreffenden Stelle sehr stark hervortritt, und daß das gleiche Phänomen in erhöhtem Maße bei der Cy-Bande 4216 erscheint; schöne Photographien zeigen es sehr deutlich. An anderen Stellen aber sind die Bänder viel heller, es sieht so aus, als ob neue Banden auftreten, deren Kanten etwa bei 4495, 4158,

1) Einzelne Umstellungen nehmen Heurlinger [260, 261] und Bachem [266] vor.

3850 liegen müßten: aber die Dispersion der Aufnahmen genügte nicht, um sicher aufzuklären, ob es sich um Auftreten neuer Banden oder Verstärkung schon vorhandener Linienserien handelt. Auch die „Schwanz“-Serien der Gruppe 4216 werden in ihren Intensitätsverhältnissen geändert.

Ähnliche Änderungen findet King [273] in seinem elektrischen Ofen. Das Band 3883 zeigt nach King [258] deutlich anomale Dispersion.

Eine größere Anzahl von Untersuchungen hat sich mit dem Bau und der Theorie des Cyanspektrums befaßt, seitdem durch die Auffindung der Nullstellen durch Heurlinger [261] und durch die Entwicklung des Lenz-Heurlingerschen Modells für die kurzwelligen Bandenspektra neue Wege eröffnet waren. Man findet bei Heurlinger [260] eine Neumessung und Ordnung der Cyanbande 4216, die Untersuchung ihrer Unregelmäßigkeiten und die Berechnung von Serienformeln, ferner Berechnungen für die roten Banden. In [271] gibt Heurlinger neben theoretischen Darlegungen, auf die hier nicht eingegangen werden kann, Formeln für die Nullinien oder Kanten. In [274] liefert Kratzer eine theoretische Begründung der Heurlingerschen Formel für die Nullinien und eine zahlenmäßige Berechnung der violetten Cyanbanden mit Hilfe der neuen Formeln. Im ganzen zeigen sich die neuen Überlegungen sehr brauchbar. Die älteren Berechnungen von Kilchling [254] dürften überholt sein, da es unter gewissen Voraussetzungen Kratzer gelingt, sämtliche Linien des violetten Cyanbandensystems durch eine theoretisch begründete Formel darzustellen und die Koeffizienten dieser Darstellung zu deuten. Eine Wiedergabe dieser Gesetzmäßigkeiten im einzelnen wäre nur möglich, wenn das ganze Wellenlängenmaterial für die Banden abgedruckt werden könnte, was aus Raummangel nicht der Fall ist.

3. Bandenspektrum der Kohle, Swan-Spektrum.

Es liegen einige neue Messungen vor. Für die Gruppe I hat Fowler angenäherte Messungen gemacht, die in Watts, Index of spectra, Appendix V, p. 67 veröffentlicht sind. Sie lauten: 6191.1, 6121.8, 6059.9, 6005.1, 5958.2. Für das übrige Spektrum liegt Messung einer Anzahl von Kanten vor, von Komp[1]) eine sehr genaue Messung der Gruppe II, nebst Aufsuchung der in

	Komp	Eder u. Valenta	Exner u. Haschek	Raffety		Komp	Eder u. Valenta	Exner u. Haschek	Raffety
5635	504	21	4.82		4737		00	6.84	
5585	498	28			15		13	02	
40	390	64			4697		89	41	
01	914				84		76	82	
5472	670								
					4381		76		65
5165		13	13		71		14		0.74
29		19	13		64		86		84

1) R. Komp, Die grüne Kohlebande λ 5635. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 117—134 (1912).

ihr vorhandenen Serien. In der vorstehenden Tabelle sind diese Messung zusammengestellt, wobei ich wieder Eder und Valenta [192] und Exner u Haschek [210] auf I.A. reduziert habe.

Für die Gruppe II gibt Heurlinger [260] eine Neuberechnung und Ne ordnung, in [261] Formeln für die Gruppen I bis IV. Zur Gruppe V mac Raffety [255] folgende Bemerkung: Er benutzt unter anderem einen Boge der in Leuchtgasstrom brennt, und findet, daß die Gruppe in diesem Boge im gewöhnlichen in Luft, und in der Gasflamme verschieden sei. Er gi folgende Tabelle:

	Bogen in Luft	Bogen in Leuchtgas	Flamme		Bogen in Leuchtgas
4381	65	70	—	4324	03
80	—	67	57	23	30
72	—	34	33	23	19
70	74	74	77	23	08
69	—	09	—	22	20
64	84	84	03	21	6

Fortrat [222] beschäftigt sich mit der Gruppe III. Er gibt an, die vo allen bisherigen Beobachtern bei 5629 angegebene zweite Kante sei keine Kant sondern nur eine Störungsstelle. Fortrat berechnet Formeln für die Serie für die stärkste Serie gilt: $n = 25.45\,m^2 + 24.63\,m + 1935936 - 0.0006\,m$ King [225] findet, daß diese Gruppe in seinem Kohleofen anders aussieht, a im Lichtbogen: die schöne Tripletserie, die sonst an der Kante ungemein schwa beginnt und erst allmählich kräftiger wird, ist im Ofenspektrum stark. Da die relativen Intensitäten der Linienserien in dieser Bande mit dem Druc variieren, war schon früher bekannt. Vgl. Bd. V p. 227. Strutt [200] brin ozonisierten Sauerstoff mit Azetylen in Berührung; das auftretende Licht ze das Swan-Spektrum und C + H; die Temperatur des Gasgemisches beträ 100° C. — Oldenberg [235] findet, daß im Kern des Kohlebogens die C- u Cy-Banden am intensivsten sind, nach außen abnehmen.

Watts [242] gibt eine von P. K. Jones berechnete Formel, welche all C-Banden zusammenfaßt. Sie lautet: $n = 2407.015 - 19.6\,(p + 0.00309)^2 +$ $+ 11.6422\,(m + 0.83429)^2$ für $p = 43, 44, 45$, $m = 63$ bis 69.

Es seien noch einige weitere Notizen angefügt: Meunier [205] mei törichterweise, daß das Auftreten des Swan-Spektrums in der Verbrennung zone der Flamme ein Beweis für die Existenz von C + H sowohl wie für sei. Donaldson [208] untersucht CO und CO_2 in elektrodenlosen Ringen ladungen bei verschiedenen Drucken und meint, daß das Swan-Spektrum vie leicht ein Spektrum des C bei einer höheren Temperaturstufe sei. Stead [20 bringt alle möglichen Verbindungen in eine Röhre und untersucht die Ve teilung der Emission in der Glimmentladung. Er scheint eine Art elektroly tischer Trennung der Zersetzungsprodukte anzunehmen und das CO-Spektru

einem negativen C-Atom zuordnen zu wollen. Weitere Versuche über das Verhalten der Banden an den beiden Polen findet man bei Reismann [238], über die Abhängigkeit der Intensität in der Glimmentladung bei Jungjohann [197], Schwedes [217] und Hamburger [257], bei letzterem außerdem über das Verhalten in Gemischen.

Die Verteilung der Emission der Kohlebanden in einfachen und gespaltenen Flammen wird von Reis [249] untersucht und mit Rücksicht auf den Ursprung der Banden diskutiert. Man vergleiche auch die unter Cyan angeführte Literatur, in der sich Bemerkungen über das Vorkommen der Kohlebanden zerstreut finden.

4. Bandenspektra des Kohlenoxyds.

Die Reihe der Banden des gewöhnlichen Kohleoxydspektrums, die von $\lambda 3893$ bis $\lambda 6853$ (?) bekannt war, wird durch Croze [199] nach dem Ultrarot verlängert: er gibt als Kanten an: 8810, 8368, 7925, 7472, 7229, und sie fügen sich in den Bau der bekannte Banden ein.

Schwedes [217] und Jungjohann [197] messen die Intensität einiger Banden als Funktion des Energieverbrauchs. Bei einer roten Bande ist der Anstieg der Intensität proportional dem der Energie, bei einer grünen und blauen Bande aber schneller. Ähnliche Messungen macht Hamburger [257].

Lyman [193] findet, wie schon vor ihm Schumann, daß die meisten Vakuumröhren in der Schumannregion zahlreiche Banden zeigen, die von einer Verunreinigung herrühren. Lyman macht es wahrscheinlich, daß es sich um CO handelt und mißt die Banden, welche nach Rot abschattiert sind. Dabei stellt sich heraus, daß sie die Fortsetzung des Systems bilden, welches Deslandres [111] als vierte positive Gruppe bezeichnet, deren Ursprung damals nicht aufgeklärt werden konnte. Deslandres hatte zur Prüfung seiner Bandengesetze Rechnungen an dieser Gruppe vorgenommen und gefunden, daß sich die Bandenköpfe zwischen $\lambda 2681$ und 2045 in 5 Reihen ordnen lassen; Lyman fügt noch 6 solcher Reihen hinzu, wodurch das ganze System sich bis 1680 erstreckt. Darunter liegen noch viele Banden bis $\lambda 1335$, man kann auch hier Reihen aufstellen, aber sie sind unregelmäßiger. Die Wellenlängen der Kanten folgen in der Tabelle, in welchen die Reihen, zu welchen die Banden gehören, bemerkt sind. Die Wellenlängen beziehen sich auf das Vakuum, wie bei allen Messungen mit Vakuumapparaten.

Kurzwellige CO-Banden nach Lyman			Kurzwellige CO-Banden nach Lyman			Kurzwellige CO-Banden nach Lyman		
	2068.4	8	VI	1970.1	8		1898.0	10
	47.0	8		53.0	5	VII	91.2	6
VI	35.1	4		51.7	5		78.5	10 d
	31.7	1	VI	50.4	4		70.8	8
V	26.4	7		33.6	2	VII	59.6	10 d
VI	12.6	8	VI	31.5	6		49.4	4
V	07.2	5	VII	18.2	7		46.7	2
	1991.0	1	VI	14.0	1	VII	41.8	8

Kurzwellige CO-Banden nach Lyman			Kurzwellige CO-Banden nach Lyman		Kurzwellige CO-Banden nach Lyman	
	1887.2	1	1611.7	3	1438.7	1
VIII	80.1	9	08.3	1	35.6	2
IX	25.7	7	1597.4	3	26.1	3
VIII	11.0	10 d	96.1	1	19.0	2
IX	04.9	8	76.5	4	14.0	1
	01.9	2	59.3	5	11.4	1
VIII	1792.6	10 d	45.1	3	09.0	2
IX	85.1	6	42.2	5	06.5	1
VIII	74.9	8 d	34.2	2	04.0	1
IX	47.8	7	27.6	3	01.1	2
X	43.5	3	26.0	2	1395.7	2
IX	29.5	8 d	20.4	1	92.2	1
X	28.9	6	15.7	3	86.4	1
IX	12.2	7	10.7	2	84.4	1
X	05.3	6	06.8	2	78.1	2
	1698.8	1	1497.8	3	74.1	2
	88.5	1	93.8	3	71.8	2
	85.8	1	88.0	2	68.0	1
	69.9	6	80.9	2	61.3	2
XI	66.7	1	78.0	2	56.1	2
	58.8	4	75.4	1	53.6	1
XI	48.2	5	73.0	1	48.0	1
XI	30.3	6	63.7	3	39.0	1
	29.6	3	52.4	3	35.0	1
	23.4	1	47.0	1		
	15.1	2	43.7	1		

Dieselbe Bande erhält **Bair** [270] in strömender oder in ruhender Kohlensäure; daneben erscheint die erste oder die zweite negative Gruppe von **Deslandres**, die zweite nur in strömendem Gase intensiv. Daher ist **Bair**, ebenso wie **Hof** [248] geneigt, die letztere Gruppe CO_2 zuzuschreiben, die erstere CO. Seine Messungen der vierten Gruppe, die zu kürzeren Wellen gelangen als die von **Deslandres**, und daher einige der Banden **Lymans** enthalten, sind in der folgenden Tabelle angegeben.

2262.6	2210.8	2173.5	2112.8	2040.1	2007.6
47.8	2196.9	50.4	07.7	31.4	1990
38.6	89.3	28.4	2089.4	26	67.7
22.1	88.	—	67.3	12.5	46.2

Eine der interessantesten Ergänzungen zum CO-Spektrum hat **Fowler** [190, 204, 214] geliefert. In mehreren Kometenspektren waren bis dahin unbekannte Banden aufgetreten, welche **Fowler** in einem angeblich Wasserstoff enthaltenden alten Geißlerrohr auffand. Eine langwierige Untersuchung zeigte, daß sie von CO herrühren müssen; bei Druck von einigen Millimetern zeigen CO-Röhren das alte CO-Spektrum, bringt man aber den Druck auf 0.01 mm oder weniger, verwendet schwache Entladungen, am besten mit äußeren Elektroden, so verschwindet allmählich das alte Spektrum und die neuen Banden werden

relativ heller. Schon bei höheren Drucken, 2—3 mm, sind die neuen Banden dicht an der Kathode sichtbar, breiten sich mit abnehmendem Druck durch das ganze Rohr aus. Die Banden scheinen verwandt mit den negativen Banden Deslandres' und werden wohl durch Kathodenstrahlen angeregt. Die Banden sind nach Rot abschattiert, größere Dispersion zeigt deutlich, daß sie aus vielen Linien aufgebaut sind. Sie lassen sich in zwei Serien zerlegen, die in der folgenden Tabelle mit A und B bezeichnet sind.

	5510	2	A	4545.4	6		3707.5	3
B	5478	2		4276.0	10	B	3693.0	3
	5078	5	A	4258.2	8		3602.0	3
B	5049	5		4020.4	8	A	3587.0	2
	4715.0	3	A	4001.3	6		3429.0	2
B	4688.5	3		3797.6	6	A	3415.0	2
	4570.5	5	A	3781.0	6			

Außer den in der Tabelle geführten Banden werden noch solche bei 4916, 4887, 3907, 3891 vermutet. Die Serien lassen sich darstellen durch die Formeln $n = 65008 - 13.5\,(m + 0.444)^2$ für m von 51 bis 56 und $n = 62822 - 13.5\,(m + 0.444)^2$ für m von 51 bis 57. Wahrscheinlich ist noch eine dritte Serie vorhanden: $n = 60663 - 13.5\,(m + 0.444)^2$. Für die Vergleichung mit dem Kometenspektrum sehe man z. B. die Arbeiten von de la Beaume Pluvinel [206, 213].

Im Verlauf seiner Untersuchungen findet Fowler [204] noch ein neues Bandenspektrum des CO bei hohem Druck, etwa 100 mm, das zwar im ganzen Geißlerrohr neben den gewöhnlichen CO-Banden auftritt, aber mit den positiven Banden Deslandres' verschwistert zu sein scheint. Die Banden sind nach Violett abschattiert, die Wellenlängen sind

6441	4	5897.5	6	5481	5	5080	2	4679	10	4365	5
6420	2	5878	3	5418	2	5015	1	4663	4	4353	2

Strutt und Fowler [218] beobachten, daß bei der Einwirkung von aktivem Stickstoff auf sorgfältigst getrocknetes Cy die beiden zuletzt genannten Bandenpaare auftreten, wodurch es zweifelhaft erscheinen könnte, ob sie zu CO gehören, oder zu C selbst.

v. Dechend [191] untersucht die Glimmentladung zwischen Spitzen, unter anderem in CO und CO_2. Außer den Banden der bekannten Gruppen von C, CO, Cy usw. findet er eine ganze Anzahl bisher unbekannter Bänder. Da aber über den Ursprung dieser Banden keine weiteren Untersuchungen angestellt werden, da die Messungen nur geringe Genauigkeit haben, so führe ich sie hier nicht an, sondern verweise auf das Original. Zu erwähnen wäre, daß er in strömenden Gasen Unterschiede zwischen CO und CO_2 findet, die sich vornehmlich auf Intensitäten beziehen, aber auch auf das Vorhandensein oder Fehlen der unbekannten Banden. — Hof [248] untersucht den Einfluß des Druckes und verschiedener Entladungsarten auf die Spektra von CO und CO_2; er gibt die Intensität der verschiedenen Bandenarten jedesmal an, findet auch

Unterschiede zwischen den beiden Gasen. Ein positives Resultat seiner Arbeit läßt sich nicht angeben, im allgemeinen bestätigt er überall die Untersuchungen von Deslandres'. Zu dessen zweiter negativer Gruppe fügt er noch zwei Banden hinzu: 3159.9 und 3153.2, und meint, daß auch bei größeren Wellenlängen noch zwei Banden liegen: 4140 und 4320 (mit Fehlergrenze von 20 A).

Dieselben Banden nebst weiteren findet auch Bair [257], welcher angibt: 4450, 4340, 4125, 3155, 3030.

5. Banden von C + H.

Aus der komplexen Gruppe, welche in der Kindheit der Spektroskopie von Watts „f" genannt worden war, sind allmählich die Bestandteile ausgesondert worden. Der interessanteste Teil ist eine Gruppe von Banden, von welchen zuerst Lockyer die Möglichkeit aussprach, daß sie einer Zusammenwirkung von C und H angehöre. Eine sorgfältige Durchsicht der gesamten Literatur brachte mich zur Überzeugung, daß Lockyer das Richtige getroffen habe, und so nannte ich sie in Bd. V des Handbuchs die (C + H)-Gruppe. Diese Erklärung scheint ganz allgemein angenommen worden zu sein. In der Tat erscheint die Gruppe in allen Flammen, Bögen, Funken, Geißlerrohren, sobald H und C vorhanden sind, wenn auch nur in minimalen Mengen, als Verunreinigung, Feuchtigkeit, Fettdämpfe usw., gewöhnlich gemischt mit anderen C-Banden. Daß man sie vollständig beseitigen kann und dann die fünfte C-Gruppe bei 4381 allein übrig bleibt, zeigt eine interessante Photographie von Brooks, welche Watts [342] veröffentlicht.

Zu den früher genannten Erregungsarten ist noch die hinzuzufügen, daß nach Strutt und Fowler [218] bei der Vereinigung von aktivem Stickstoff mit dem Dampf irgendeiner Kohleverbindung, die Wasserstoff enthält oder nicht völlig getrocknet ist, diese Gruppe erscheint, wenn auch mit wesentlich verändertem Aussehen: Es tritt, wie bei anderen Banden, eine starke Lücke in der Nähe der hellsten Kante bei 4315 auf.

Lawson [228] teilt mit, die Banden treten in neuen Geißlerrohren bei starken kondensierten Entladungen in der Kapillare auf; die dazu nötigen Gase wurden also von den Glaswandungen gelöst. Dafür, daß die Banden auch in Kometenspektren auftreten, sehe man z. B. De la Baume Pluvinel [206, 213]. Newall, Baxandall und Butler [255a] bemerken, daß diese Banden auch im Sonnenspektrum vorkommen und den Hauptteil der Gruppe G bilden.

Im Bande V dieses Handbuchs ist eine Zeichnung von Eder und Valenta veröffentlicht und angegeben, daß sie sie als Gruppe von vier Banden betrachten, die sie ε, ζ, η, ϑ nennen. Es ist dort auch angegeben, daß nach einer unveröffentlichten Messung von Mertens die Bande ε mit ihrer Paarserie zwischen ε und ζ nur eine Fehlstelle hat, dann aber in ζ weiterläuft und deren Hauptteil bildet. Man kann die Paarserie bis 4160 verfolgen. Es beginnen aber mit ζ neue Serien, deren Kopf sich zu etwa 4316 berechnet. Nach einer größeren Lücke beginnen die Linien der Gruppe η, die nach Rot abschattiert

ist: ihr Kopf wird von Mertens bei 3888 berechnet. Die letzte sehr schwache Gruppe ϑ scheint ebenso gebaut, wie η.

Dann hat sich Fortrat [222] mit der interessanten Bandengruppe beschäftigt. Auch er kommt zum Schluß, daß das Hauptcharakteristikum von ε und ζ eine gemeinsame Paarserie sei, deren Formel er berechnet zu: $n = 47 m^2 + 90 m + 2272000 - 6 \times 10^{-7} m^6$.

In der Paarserie fehlen die Paare $m = +30$ und $m = -31$, wodurch die Fehlstelle und scheinbare Zerreißung der Bande bei 4314 entsteht.

Dann veröffentlicht Watts [242] Bemerkungen über den Ursprung dieses Spektrums und eine schöne Photographie von Herrn W. Raffety. Dieser selbst teilt [255] einige Beobachtungen mit, darunter, daß er in unserer Bandengruppe ein neues, nach Rot abschattiertes Band gefunden habe, für welches er die Zahlen gibt: 4106.2, 4095.5, 4075.1, 4065.9, 4052.6, 4047.2, 4043.4, 4040.1, 4037.6, 4031.8, 4025.2. Ich bezweifle, ob dies wirklich eine Serie ist: der Teil nach Rot wäre unregelmäßig und lückenhaft, von 4070 an aber beginnt schon das Band η, in welchem Mertens mehr Linien gemessen hat.

Auch Deslandres und Burson haben sich in zwei Abhandlungen [243, 244] mit den Kohlenwasserstoffbanden beschäftigt, und zwar den Zeemaneffekt untersucht. Diese Erscheinung soll nachher im Zusammenhang kurz besprochen werden. Hier sei nur gesagt, daß die Verfasser, die mit sehr großer Dispersion arbeiten können, finden, daß die Linien der Paare selbst wieder Paare sind, sowohl in der Bande η, wie in ε und ζ. Alle zeigen Zeemaneffekt und Polarisation; aber während die Paare von ε normalen Effekt geben, ist der von ζ anormal; also kann es nicht dieselbe Paarserie sein, welche beide Banden bildet.

Eine neue Messung der Serien und deren Berechnung liefern Heurlinger und Hulthén [262]. Nach ihnen besteht η aus sechs Serien, dagegen ε und ζ aus einem System von zwölf intensiven und zwölf schwachen Serien. Das Detail muß in der Arbeit selbst nachgesehen werden. Insbesondere beschäftigt sich Heurlinger mit den scheinbaren Unregelmäßigkeiten im Verlauf der Banden. Endlich berechnet Kratzer [274] das Spektrum neu und klärt den Bau der Serien auf.

Deslandres (C. R. 139, p. 1174—1180, 1904; C. R. 157, p. 671—678, 1913) hat zuerst bemerkt, daß diese Störungen nicht willkürlich liegen; Heurlinger spricht das Gesetz aus, daß die Linien $+m$ und $-(m+1)$ die gleiche Störung besitzen, in den komplizierter gebauten Banden die Linien $+m$ und $-(m+k)$, wo k eine kleine ganze Zahl ist. Er weist das an vielen Banden [260], z. B. denen des Cy und des C nach. Diese Regel ist wichtig, weil sie in vielen Fällen gestattet, die Nullinie zu finden oder zu berechnen. Eine merkwürdige Bestätigung durch Bachem [268] soll gleich erwähnt werden. Man vgl. auch [271].

Auch über eine Anzahl anderer Untersuchungen der Kohlebandenspektra kann nur ganz kurz, mehr in Art einer Literaturübersicht, berichtet werden; sie betreffen den Zeemaneffekt.

Nachdem früher angenommen war, Bandenspektra zeigten keinen Zeemaneffekt, wurde diese Ansicht hinfällig, als Dufour (mehrere Arbeiten in C. R. 146 und Le Radium 5) einen solchen fand an den Fluorüren und Chlorüren der Erdalkalien. Auch J. Becquerel (C. R. 146 p. 683, 1908) ist hier zu nennen. Dann erhielt Croze [219 b] an den Stickstoffbanden eine Wirkung und nun folgt eine Reihe von Arbeiten von Fortrat und von Deslandres.

R. Fortrat, Simplification des raies spectrales par le champ magnétique. C. R. 156, p. 1459—1461 (1913). Über C-Band 5165, C-Band 4737, N-Band 3159, negatives N-Band 4709.

R. Fortrat, Groupements des raies réels ou apparents dans les spectres de bandes. C. R. 157, p. 991—994 (1913). Zu N-Band 2370.

R. Fortrat, Simplification et régularisation des bandes spectrales par le champ magnétique. C. R. 158, p. 334—335 (1914).

H. Deslandres et Burson, Action du champ magnétique sur les raies de séries arithmétiques dans une bande du gaz de l'éclairage. Variations avec le numéro des raies et avec l'intensité du champ. C. R. 157, p. 1105—1111 (1913). Über (H + C) Bd. η.

H. Deslandres et V. Burson, Étude précise des spectres de bandes, dit „spectre de Swan", dans le champ magnétique. Division et polarisation des raies spectrales. C. R. 158, p. 1851—1857 (1914). Über (C + H)-Banden η, ζ, ε; über C-Band 5165.

In diesen Arbeiten wird eine ungeheure Menge von Detailbeobachtungen niedergelegt. Bei vielen Bandenspektren wird kein Einfluß des Magnetfeldes gefunden; in anderen zeigen die Linien Verschiebungen nach Rot oder Violett, Aufspaltungen in polarisierte Komponenten, Verbreitungen usw. Linien, welche zur selben Serie gehören, verhalten sich gleich, aber die Größe der Änderung in Bezug auf Lage und Intensität ist von Linie zu Linie verschieden. Das macht die Erscheinungen so ungemein verwickelt. Die beiden Autoren sind nicht in allen Punkten einig; das rührt zum Teil davon her, daß sie verschiedene Gesichtspunkte verfolgen: Fortrat hebt besonders hervor, daß die Änderungen derartig sind, daß das Magnetfeld regulierend und vereinfachend wirkt. Darunter versteht er, daß die in allen Banden vorkommenden Unregelmäßigkeiten sich durch das Magnetfeld ausgleichen, „falsch" liegende Linien an die richtige Stelle geschoben werden, und daß Paare oder Triplets zu einer Linie zusammenschmelzen. Er sowohl wie Bachem [208] geben mehrere schöne Beispiele für diese interessante Erscheinung.

Deslandres und seine Mitarbeiter haben mehr den in Zerlegung bestehenden Zeemaneffekt im Auge, der bei zahllosen Linien auftritt, nur ist er sehr viel kleiner, als in den Linienspektren. Dabei ist es teils der normale, teils der anormale Effekt, d. h. die Aufspaltung ist so, als handle es sich um negative oder positive Emissionszentren. In Fällen, wo das Magnetfeld die Bandenlinie nur zu verschieben scheint, hat schon Fortrat gemeint (C. R. 157), vielleicht

sei das auch eine Aufspaltung, aber die eine Komponente unsichtbar schwach. Deslandres vertritt diese Auffassung viel entschiedener.

Fortrat führt den Begriff der magnetischen Empfindlichkeit der Spektrallinien ein. Er versteht darunter ein Maß für die Größe der Verschiebung einer Linie, ausgedrückt durch $\varepsilon = \frac{n\,dn}{H^2}$, wo n die Schwingungszahl der Linie, dn ihre Verschiebung im Magnetfeld von der Stärke H bedeutet. Fortrat meint, ε sei innerhalb jeder Linienserie konstant. Bachem kann das nicht bestätigen, aber er findet, daß die Linien die gleiche Empfindlichkeit haben, welche nach der Heurlingerschen Regel über die Störungen zusammengehören.

Zu den übrigen Bandenspektren des Kohlenstoffs oder seiner Verbindungen ist nichts hinzuzufügen. Daß die vierte positive Gruppe von Deslandres jetzt sicher als CO erkannt ist, ist oben schon bemerkt, ebenso, daß die zweite negative Gruppe von Deslandres und d'Azambuja von einigen für CO_2 gehalten wird. Zu CO_2 sei noch bemerkt, daß Paschen [196] findet, das ultrarote Emissionsband der Kohlensäure sei doppelt: 4.18 μ und 4.41 μ, letzteres stärker. Auch Wood und Trowbridge [198] sagen, es sei doppelt oder dreifach.

An neugefundenen, dem Ursprung nach nicht aufgeklärten Banden sind schon erwähnt: die neuen Banden von Uhler und Patterson (p. 138) bei 3280, die neuen Banden von Strutt und Fowler (p. 138) bei 4495, 4153, 3850 (?), die Bande von Raffety in der (C + H)-Gruppe (p. 145). Raffety [225] findet im Meckerbrenner noch eine unbekannte Gruppe: {4942.0, 4937.5}, 4890.0, 4853.2, 4743.

Daß eine Reihe von Arbeiten sich mit dem Absorptionsspektrum der Kohlensäure, dem Einfluß des Druckes usw. beschäftigen, sei hier nur erwähnt. Es sind die Arbeiten: 188, 201, 207, 219, 229, 230, 247.

Neben diesen Arbeiten über die ultrarote Absorption in den Dämpfen von Verbindungen des Kohlenstoffs, die insbesondere auch für die Ausarbeitung eines brauchbaren Emissionsmodells für die Bandenspektra wichtig sind, ist hinzuweisen auf die Untersuchungen über das Verhalten der CO- und CO_2-Gruppen in Kristallen. Es ist hier nicht der Ort zu einer Besprechung.

CALCIUM (Ca = 40.09, Z = 20).

Literatur.

[131] A. S. King, The production of spectra by an electrical resistance furnace in hydrogen atmosphere. Astrophys. J. 27 p. 353—357 (1908).

[132] T. Royds, The constitution of the electric spark. Phil. Trans. A 208 p. 333 bis 347 (1908).

[133] A. Dufour, Modifications anomales dans le champ magnétique, des spectres de bandes de divers composés. C. R. 146 p. 229—231 (1908). Siehe auch Dufour, C. R. 146 p. 118, 170 (1908).

[134] J. Barnes, The new lines in the spectrum of calcium. Astrophys. J. 30 p. 14—19 (1909).

[135] G. A. Hemsalech et Ch. de Watteville, Sur le spectre de raies du calcium donné par le chalumeau oxymétylénique. C. R. 149 p. 1112—1113 (1909).

[136] L. Janicki, Die Beschaffenheit der Spektrallinien der Elemente. I. Ann. d. Phys. (4) 29 p. 833—868 (1909).

[137] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 511—524 (1909).

[138] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 1077—1100 (1909).

[139] G. A. Hemsalech et Ch. de Watteville, Sur les régions jaune, orangée et rouge du spectre de flamme à haute température du calcium. C. R. 149 p. 1369—1372 (1909).

[140] R. Rossi, The effect of pressure on the band spectra of the fluorides of the metals of the alkaline earths. Proc. Roy. Soc. A 82 p. 518—523 (1909).

[141] A. Dufour, Dissymétrie de position des composantes magnétiques rencontrées dans les spectres de bandes d'émission. Le Radium 6 p. 366—367 (1909).

[142] A. Eagle, On the spectra of some of the compounds of the alkaline earths. Astrophys. J. 30 p. 231—236 (1909).

[143] Ch. E. St. John, The absolute wave-lengths of the H and K lines of calcium in some terrestrial sources. Astrophys. J. 31 p. 143—156 (1910). Mt. Wilson Contrib. 44.

[144] F. A. Saunders, Single-line series in the spectra of Ca and Sr. Physic. Rev. 30 p. 270—271 (1910).

[145] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektra. Wien Ber. 119, IIa p. 519—613 (1910).

[146] J. Barnes, Note on the calcium bands at λ 6382 and λ 6389. Astrophys. J. 31 p. 175—176 (1910).

[147] O. Reichenheim, Über die Spektren der Anodenstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 747—762 (1910).

[148] G. A. Hemsalech, Sur les durées relatives des raies du calcium dans l'étincelle de selfinduction. C. R. 151 p. 220—224 (1910).

[149] T. Royds, Further experiments on the constitution of the electric spark. Phil. Mag. (6) 19 p. 285—290 (1910).

[150] F. A. Saunders, Series in the spectra of calcium, strontium and baryum Astrophys. J. 32 p. 153—171 (1910).

[151] A. Dufour, Nouvelles mesures du phénomène Zeeman présenté par quelques bandes d'émission de molécules de corps à l'état gazeux. Ann. chim. et phys. (8) 21 p. 568—578 (1910).

[152] A. Dufour, Dissymétrie dans le phénomène de Zeeman présentée par certaines raies et certaines bandes des spectres d'émission des vapeurs. J. de phys. (4) 9 p. 277—297 (1910).

[153] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Zweite Aufl. Leipzig u. Wien bei Deuticke 1911 u. 1912.

[154] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren, Wien 1911; Atlas und Text 143 pp.

[155] W. G. Duffield, The effect of pressure upon arc spectra. Phil. Trans. A 211 p. 33—73 (1911).

[156] G. A. Hemsalech, Sur quelques phénomènes spectraux qui accompagnent le soufflage de l'étincelle par un champ magnétique. C. R. 152 p. 1086—1089 (1911).

[157] B. E. Moore, On the magnetic separation of the spectral lines of calcium and strontium. Astrophys. J. 33 p. 385—394 (1911).

[158] J. Meunier, Sur les spectres de combustion des hydrocarbures et de différents métaux. C. R. 152 p. 1760—1762 (1911).

[159] A. Harnack, Vergleichende Untersuchungen über Spektren in der Sauerstoff-Wasserstoff- und in der Chlor-Wasserstoff-Knallgasflamme. Dissert. Leipzig 1911. — Zs. wiss. Photogr. 10 p. 281—346 (1912).

[160] B. Dunz, Unsere Kenntnisse von den Seriengesetzen der Linienspektra. Dissert. Tübingen 1911; Buch, Hirzel 1911, 69 pp.

[161] O. J. Lee, Effects of variations of vapor-density on the calcium lines H, K and g (λ 4227) Astrophys. J. 34 p. 397—403 (1911).

[162] H. Öllers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspektrum verschiedener Metalle. Dissert. Münster 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 374—482 (1912).

[163] Th. Lyman, Spark spectra of the alkali earths in the Schumann region. Astrophys. J. 35 p. 341—353 (1912).

[164] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements producing these lines. . . Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).

[165] G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses de divers éléments dans l'étincelle électrique. C. R. 154 p. 872—874 (1912).

[166] R. Hase, Optische und photographische Untersuchungen homologer Bunsenflammenlinien. Dissert. Erlangen 1912.

[167] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of some metals and metallic chlorides. Part II. Proc. Dublin Soc. N. S. 13 p. 253—268 (1912).

[168] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part II, The p and s sequences and the atomic volume term. Phil. Trans. A 212 p. 33—73 (1912).

[169] W. M. Hicks, Part III, The atomic weight term and its import in the constitution of spectra. Phil. Trans. A 213 p. 323—420 (1913).

[170] O. Holtz, Messungen im Funken- und Bogenspektrum des Calciums nach internat. Normalen. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 101—122 (1913).

[171] H. Könemann, Die Verteilung der Emission in dem Bogen zwischen Metallstäben für Wellenlängen unterhalb λ 4000. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 65—76, 123—143 (1913).

[172] J. Scharbach, Über die Goldsteinsche Methode zur Darstellung der „Grundspektren". Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 145—206 (1913).

[173] K. Burns, Das Bogenspektrum des Eisens. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 207—235 (1913); Lick Observ. Bull. Nr. 247, Vol. 8 p. 27—46 (1913).

[174] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach internationalen Normalen. Wien. Ber. 122 IIa, p. 607—633 (1913).

[175] W. Huppers, Neue Messungen der Bogenspektra einiger Metalle unterhalb 3200. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 46—88 (1913).

[176] E. Lorenser, Beiträge zur Kenntnis der Bogenspektra der Erdalkalien. Dissert. Tübingen 1913. Tübingen bei Laupp.

[177] H. G. L. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Phil. Mag (6) 26 p. 1024—1034 (1913). — Ib. (6) 27 p. 703—713 (1914).

[178] O. Oldenberg, Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen. Dissert Göttingen 1913. Zs. wiss. Photogr. 13 p. 133—172 (1913).

[179] H. Crew and G. V. McCauley, Wave-lengths in the spectrum of the calcium arc in vacuo. Astrophys. J. 39 p. 29—38 (1914).

[180] A. Harnack, Die Anwendung des nichtkondensierten Funkens für Metallspektren als neue Methode zur Erzeugung von Flammenspektren. Physik. Zs. 15 p. 578—581 (1914).

[181] H. Smith, The spectroscopy of the electric brush discharge in weak acids and solutions. Phil. Mag (6) 27 p. 801—828 (1914).

[182] S. Popow, Über eine Gesetzmäßigkeit in den Linienspektren. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 147—175 (1914).

[183] J. Barnes, The spectra of Magnesium, Calcium and Sodium vapor. Astrophys. J. 39 p. 370—372 (1914).

[184] F. A. Saunders, New „vapor lamps" and some preliminary observations of their spectra in the Schumann region. Astrophys. J. 40 p. 377—384 (1914).

[185] J. Stark und H. Kirschbaum, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. Ann. d. Phys. (4) 43 p. 1017—1047 (1914).

[186] E. H. Nelthorpe, Observations of the Grundspectra of alkali and alkaline earth metals. Astrophys. J. 41 p. 16—27 (1915).

[187] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogenspektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien. Ber. 123 IIa, p. 2289—2311 (1915).

[188] T. Royds, The different characters of spectrum lines belonging to the same series. Astrophys. J. 41 p. 154—161 (1915).

[189] H. G. Woodward, On the non-existence of the line of wave-length 6708 A in the arc spectrum of calcium. Astrophys. J. 41 p. 323—327 (1915).

[190] Th. R. Merton, On the application of interference methods to the study of the origin of certain spectrum lines. Proc. Roy. Soc. A 91 p. 421—431 (1915).

[191] W. M. Hicks, On the enhanced series of lines in spectra of the alkaline earths. Proc. Roy. Soc. A 91 p. 451—463 (1915).

[192] J. Kramstyk, Über die räumliche Verteilung der Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. Ann. d. Phys. (4) 46 p. 375—409 (1915).

[193] A. T. Williams, Investigaciones experimentales sobre los espectros de la descarga oscilante. Dissert. Buenos Aires, 232 pp. 1915.

[195] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 713—728 (1916).

[196] A. S. King, The production in the electric furnace of the banded spectra ascribed to Titanium oxide, Magnesium hydride and Calcium hydride. Astrophys. J. 43 p. 341—346 (1916).

[197] J. T. Howell, The effect of an electric field on the lines of Lithium and Calcium. Proc. Nation. Acad. 2 p. 528—530 (1916). Astrophys. J. 44 p. 87—102 (1916).

[198] M. Siegbahn und W. Stenström, Die Röntgenspektren der Elemente Na bis Cr. Physik. Zs. 17 p. 318—319 (1916).

[199] H. G. Gale and W. T. Whitney, On the pole-effect in a calcium arc. Astrophys. J. 43 p. 161—166 (1916).

[200] W. T. Whitney, The pole effect in a calcium arc. Astrophys. J. 44 p. 65—75 (1916).

[201] F. A. Saunders, Notes on certain ultra-violet spectra. Astrophys. J. 43 p. 234 bis 242 (1916).

[202] A. S. King and E. Carter, Preliminary observation of the spectra of calcium and iron when produced by cathodo-luminescence. Astrophys. J. 44 p. 303—310 (1916).

[203] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p. 296—341 (1916).

[204] F. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. Münch. Ber. 1916 p. 31—88.

[205] A. M. Johanson, Eine neue Formel für Berechnung von Serien in Linienspektren. Ark. Math. Astr. Fysik. 12 p. 1—92 (1917).

[206] Ch. F. Meyer, Some spectra in the photographic ultra-red. Astrophys. J. 45 p. 93—102 (1917).

[207] A. S. King, A study with the electric furnace of the anomalous dispersion of metallic vapours. Astrophys. J. 45 p. 245—268 (1917).

[208] W. Vahle, Das Bogenspektrum des Zirkons. Dissert Bonn 1917, 59 pp. Zs. wiss. Photogr. 18 p. 84—137 (1918).

[209] A. S. King, The variation with temperature of the electric furnace spectra of calcium, strontium, baryum and magnesium. Astrophys. J. 48 p. 13—34 (1918).

[210] M. Ritter, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes, die Druckverschiebung und die Verbreiterung von Serienlinien. Ann. d. Phys. (4) 59 p. 170—184 (1919).

[211] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektra. Dissert. Lund 1919.

[212] W. Kossel und A. Sommerfeld, Auswahlprinzip und Verschiebungssatz bei Serienspektren. Verh. d. D. Physik Ges. 21 p. 240—259 (1919).

[213] W. F. Meggers, Wave-lengths measurements in spectra from 5600 A to 9600 A Sc. pap. Bur. of Stand No. 312 (1918).

[214] E. Carter and A. S. King, A further study of metallic spectra produced in high vacua. Astrophys. J. 49 p. 224—236 (1919).

[215] J. C. Mc Lennan and J. F. T. Young, On the absorption spectra and the ionisation potentials of Ca, Sr und Ba. Proc. Roy. Soc. A 95 p. 273—279 (1919).

[216] Angel del Campo, Los espectros de emision y las reacciones quimicas en el foco emisor. Anales Soc. Españ de Fis. y Quim. 17 p. 247 (1919).

[217] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. Phil. Mag. (6) 37 p. 601—612 (1919).

[218] A. S. King, Observations of the electric furnace spectra of Co, Ni, Ba, Sr, and Ca in the region of greater wave-length. Astrophys. J. 51 p. 179—186 (1920).

[219] F. L. Mohler, P. D. Foote and H. F. Stimson, Ionization and resonance potentials for electrons in vapours of lead and calcium. Phil. Mag. (6) 40 p. 73—79 (1920)

[220] F. L. Mohler, P. D. Foote and W. F. Meggers, Resonance potentials and low-voltage arcs for metals of the second group of the periodic table. Bull. Bur. Standards 16 p. 725—737 (1920). — Sc. Pap. Bur. St. Nr. 403.

[221] F. A. Saunders, Revision of the series in the spectrum of calcium. Astrophys. J. 52 p. 265—277 (1920).

[222] H. Fricke, The K-characteristic absorption frequencies for the chemical elements magnesium to chromium. Phys. Rev. (2) 16 p. 202—215 (1920).

[223] J. Offermann, Das Bogen- und Funkenspektrum des Wismut. Dissert. Bonn 1920.

[224] A. Sommerfeld, Allgemeine spektroskopische Gesetze, insbesondere ein magnetoptischer Zerlegungssatz. Ann. d. Phys. (4) 63 p. 121—263 (1920).

[225] E. Fues, Vergleich zwischen den Funkenspektren der Erdalkalien und den Bogenspektren der Alkalien. Ann. d. Phys. (4) 63 p. 1—27 (1920). Dissert. München. 1919.

[226] M. N. Saha, Ionization in the solar chromosphere. Phil. Mag. (6) 40 p. 472—488 (1920).

*[227] A. Hörnle, Dissert. Heidelberg 1920.

[228] L. A. Miller, Pressure shift in a calcium arc. Astrophys. J. 53 p. 224—230 (1921). Siehe auch H. Gale u. Miller, Physic. Rev. (2) 17 p. 428—429 (1921).

[229] S. Datta, On the spectra of the alkaline earth fluorides and their relation to each other. Proc. Roy. Soc. A. 99 p. 436—455 (1921).

[230] J. Franck, Über Lichtanregung und Ionisation von Atomen und Molekülen durch Stöße langsamer Elektronen. Physik. Zs. 22 p. 409—414 (1921).

[231] F. Frommel, die Ergebnisse der Serienforschung. Dissert. Tübingen 1921. Manuskript.

[232] V. L. Chrisler, The low current arc. Astrophys. J. 54 p. 273—284 (1921).

[233] R. Götze, Liniengruppen und innere Quanten. Ann. d. Phys. (4) 66 p. 285 bis 292 (1921).

[234] E. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. Zs. f. Physik. 1 p. 439—458 (1921).

[235] F. Paschen und E. Back, Liniengruppen magnetisch vervollständigt. Physica 1 p. 261—273 (1921).
[236] B. E. Moore, Excitation stages in open arc light spectra I. Astrophys. J. 54 p. 191—217 (1921).
[237] C. Ramsauer und F. Wolf, Leuchtdauer der Spektrallinien im erlöschenden Bogen. Ann. d. Phys. (4) 66 p. 373—395 (1921).
[238] G. V. Mc Cauley, Some additional measurements of wave-lengths in the calcium arc in vacuo. Phys. Rev. (2) 17 p. 430—431 (1921).

Die neueren Messungen und Untersuchungen am Bogenspektrum des Ca sind sehr zahlreich. Eine der besten Messungen ist zweifellos die von Crew und Mc Cauley [179]. Sie benutzen einen Vakuumbogen, erhalten daher die Linien viel schärfer, als im Luftbogen, wo sie immer verbreitert sind, meist unsymmetrisch. Daraus erklären sich auch die meisten Unterschiede gegen die Messungen von Holtz [170]; es ist ganz interessant zu verfolgen, wie oft die Linien, welche Holtz als unscharf nach Rot bezeichnet, bei ihm größere Wellenlänge haben, die v bezeichneten aber kleinere. Schon Crew und Mc Cauley machen darauf aufmerksam, daß für längere λ als 5850 bei Holtz offenbar Fehler unterlaufen sein müssen, seine Wellenlängen sind um etwa 0.02 zu groß, um dann oberhalb 6480 um etwa 0.02 zu klein zu werden. Crew und Mc Cauley finden im Vakuumfunken keine Linie, die nicht im Bogen wäre. — Burns [173] gibt die Wellenlängen von H, K und 4226. Viele Ca-Linien treten stets als Verunreinigungen im Kohlebogen auf, sie werden daher in vielen Spektren als solche mitgemessen; da sie alsdann viel schärfer sind, so pflegen die Wellenlängen solcher Verunreinigungslinien sehr genau zu sein, und ich gebe eine Anzahl derselben aus verschiedenen Bonner Arbeiten. — Die übrigen Messungen der folgenden Tabelle sind wesentlich ungenauer; die von Exner und Haschek [158] und von Eder und Valenta [137, 138, 145] sind nach meiner Tabelle auf das internationale Maß reduziert.

Im Ultrarot sind mehrere Messungen ausgeführt. Zuerst hat Meyer [206] mit einem kleinen Rowlandgitter von 1 m im Bonner Institut Photographien gemacht, die für Ca die Wellenlänge 9166 erreichen. Dann hat Meissner [195] ebenfalls photographisch und mit Rowlandgitter 8662 erreicht, und endlich hat Meggers [213] auf gleiche Weise dieselbe Wellenlänge erhalten.

Auch im Gebiet der kurzen Wellen ist das Spektrum mit Hilfe von Schumann-Platten wesentlich verlängert worden. Lyman [163] gelangt bis λ 1246, Saunders [184] vielleicht sogar bis λ 977. Er benutzt dabei die stärksten Linien von Lyman als Normalen.

King [209, 218] photographiert die Spektra in seinem evakuierten Ofen bei 1650, 2000 und 2350°, und teilt die Linien in Klassen je nach ihrem Auftreten. So enthält Klasse I die bei der tiefsten Temperatur erscheinenden Linien, die sogenannten „Flammenlinien", V die bei der allerhöchsten Temperatur erscheinenden Linien. A bedeutet, daß die Linie im gewöhnlichen Bogen schwächer ist, als im Ofen. — In der folgenden Tabelle sind die Klassen hinter den Linien bezeichnet, soweit King sie angibt.

	Paschen [129]		
	22655.9	40	
	624.6	25	
	610.0	10	
	19946.8	10	
1.5s — 3 p_2	935.8	30	TII
2 p_1 — 3 d_3	917.5	8	TIN
2 p_1 — 3 d_2	884.6	90	TIN
1.5s — 3 p_1	856.9		TII
	817.3	10	
2 p_1 — 3 d_1	777.4	60	TIN
2 p_2 — 3 d_3	507.1	30	TIN
2 p_2 — 3 d_2	452.9	50	TIN

	Paschen [129]		
2 p_3 — 3 d_3	19310.6	40	TIN
	16432.6	30	
3p — md	200.0	25	T Comb.
3p — md	162.2	20	T Comb.
3p — md	144.8	15	T Comb.
	13038.0	30	
	12821.6	50 d	
2P — 2.5S	10345.0	500	EII N
	9694.5	70	
1.5s — 4p	546.8	70	TII?
	250.8	30	

		Meyer Bogen [206]		Meissner Bogen [195]		Lorenser Bogen [176]		Eder Bogen [187]		Crew [179]		Saunders [150]		Meggers Bogen [213]		Klasse	
	9166	2	1														
	22	0	1														
	03	0	1														
1𝔓₂—3𝔇₂	8662	0	3	2.12	5	2.50	3							2.10	9	V	PIN
1𝔓₁—3𝔇₁	8541	8	5	2.25	6	2.47	5	2.25	1					2.06	10	V	PIN
1𝔓₁—3𝔇₂	8497	8	3	8.02	3	8.35	3	8.11	4					7.98	8	V	PIN
5 S—4 P	8359	—		—		—								—			EII
	8158	1	2	—		3.13	2	—						3.18	Bd.		
	8077	—				7.8?	1	—									
	7995	0	2	—		5.02	2u	—						—			1)
	88	—		—		3.96	1u	—						—			
2P—3P	7644	—		—		4.97	1u	—						—			E Comb.
5s—5p	10	—		—		0.88	6r	—						—			TH?
	02	—		—		2.50	4r	—						—			
	7598	—		—		8.12	3r	—						—			
	87	—		—		7.51	2r										
	82	—		—		2.11	1r	—						—			
	65	—		—		5.80	3u	—						—			
	34	—		—		4.47	2u	—						—			
	20	—		—		0.94	1u	—						—			
	7468	—		—		8.41	3	—						—			
2 P—4 D	7326	0	9	6.12	4	6.16	20v	10	5	099	1	6.18	6	6.12	8	II	EIN
"	7202	1	8	2.16	5	2.24	15v	15	4	161	2	2.18	6	2.21	8	II	2)
"	7148	7.9	10	8.12	6	8.28	15v	14	6	123	3	8.2	8	8.15	10	II	2)
	6884	—		—		4.04	2	—		—		—		—			
1.5 s—6 p	66	—		—		55	1u	—		—		—		—			TH?
1.5 s—6 ∠/p	32	—		—		21?	1	—		—		—		—			TComb?
	6798	—		—		51	3u	—		—		8.7	1	—			
	89	—		—		14	1	—		—		9.4	1	—			
	83	—		—		89	4u	—		—		4.11	1	—			
	47	—		—		0	1u	—		—		—		—			
	43	—		—		8	1u	—		—		—		—			

1) Von hier an ist Lorenser auf I. A. reduziert.

		Crew Bogen [179]	Lorenser Bogen [176]	Holtz Bogen [170]	Eder [187] Eder u. Valenta [145]	Exner u. Haschek Bogen [153]	Saunders [150]	Meggers Bogen [213]	Eder u. Valenta Funke [137]	Holtz Funke [170]	Exner u. Haschek Funke [153]	Klasse	
3D—3P	6717	688 5	78 15v	70 4	69 8	67 4	9 8	78 8	75 2	7 4		III	E Comb. 5)
	09	—	89 1	—	—	—	—	—	—	—			
	6665	—	4 1U	—	—	—	—	—	—	—			
	55	—	9 1U	—	—	—	—	—	—	—			
1.5S—2p₂	6572	783 3	80 6	71 2	78 4	77 2	8 3	76 2	72 1	—		IA	ET Comb.
	08	742 1	88 4	—	—	—	9 1	—	—	—			
	02	—	41? 1	—	—	—	—	—	—	—			
C a₁	6499	648 4	73 10	624 4	64 5	63 8	—	67 5	63 2	63 6	73 1	II	7, 8)
C a₁	93	789 8	83 20v	762 4	77 7	81 20	—	83 7	79 4	76 8	87 3	II	1, 7, 8)
	78	—	45? 1	—	—	—	—	—	—	—	—		
C a₁	71	659 5	71 10	644 4	64 5	69 10	—	69 5	68 2	65 6	73 2	II	7, 8)
	64	—	72 2u	—	—	74 1	—	—	—	—	—		
a₁	62	576 9	61 20v	560 6R	55 8	59 30	—	62 10	54 5	56 8	61 5	II	6, 7)
a₁	55	606 3	62 8	560 3	—	62 4	54 3	60 3	55 1	56 2	—	II	6)
a₁	49	811 7	84 10	794 4	82 5	80 15	—	—	84 3	80 6	87 2	II	8)
	49	—	—	—	—	1 1u	—	—	—	—	—		
	64	—	—	—	—	—	—	83 5	—	—	—		
	39	086 9	10 20v	061 10R	08 10	14 50	—	13 10	09 6	06 8	14 5	II	2)
	17	71 0	77 3u	—	—	69 1	74 1	—	—	—	—		
	10	—	99 2u	—	—	—	—	—	—	—	—		
	07	—	70 1	—	—	—	—	—	—	—	—		
	05	—	89 3u	—	—	8 1	—	—	—	—	—		
	6395	—	16 3u	—	—	—	2 1	—	—	—	—		
	61	—	79 5u	—	—	—	—	—	—	—	—		
	43	—	29 4u	—	—	—	—	—	—	—	—		
	18	—	11 3u	—	—	—	—	—	—	—	—		
	6361	—	36 2	—	—	—	5 2	—	29 1	—	—		
	6188	—	—	—	—	—	—	—	49 1	—	—		

$3d_1—3p_1$	69	576	1	66	7	605	6	57 }	8	61	4	—	—	60	4	61	6	62	2	III [3]	T Comb.
$3d_2—3p_3$	69	034	2	16	5	081	4	04 }		09	3	—	—	09	2	08	5	12	2	III	T Comb.
$3d_3—3p_3$	66	443	2	67	5	486	4	—		49	3	—	—	48	1	49	3	50	1	III	T Comb.
$3d_3—3p_2$	63	749	2	85	3	797	4	76	4	84	2	—	—	73	1	80	3	86	1	III	T Comb.
1.5 s —$2p_1$	62	177	9	29	20v	196	10 R	18	10	20	10	—	—	19	5	20	8R	22	10	II [4]	TH, II N
$3d_2—3p_1$	61	309	2	39	2	321	5	29	2	36	3	—	—	31	1	316	3	61	1	III	T Comb.
$2d_3$ $3p_1$	56	—		10	1	—		—		—		—	—	—		—		—			T Comb.
1.5 s —$2p_2$	22	216	8	36	18v	232	10 R	22	10	28	15	—	—	23	5	234	10R	29	8	II	TH, II N
1.5 s —$2p_3$	02	716	8	79	15v	736	8 R	73	8	71	10	—	—	76	2	734	8R	77	3	II	TH, II N
	6098	—		—		—		—		—		—	—	09	1	—		—			
	92	—		—		—		—		—		—	—	46	1	—		—			
	75	—		—		—		—		—		—	—	81	1	—		—			
	06	—		—		14	2	—		09	1	—	—	5.99	1	—		—			
	5867	578	1	74	3r	61	6r	57	3	67	1	—	—	—		—		—			
	57	476	8	55	20v	494	10u	45	10	47	10	—	—	51	5	497	10u	48	4	IV	
	49	—		75	1u	—		—		—		—	—			—		—			
	26	—		22	1u	—		—		—		—	—			—		—			
	09	—		52	1u	—		—		—		—	—			—		—			
	5764	—		32	3u	—		—		—		—	—			—		—			
	61	—		88	1u	—		—		—		—	—			—		—			
	57	—		69	4u	—		—		—		—	—			—		—			
	46	—		81	2U	—		—		—		—	—			—		—			
	43	—		28	3u	—		—		33	1	—	—			—		—			
	40	—		62	1u	—		—		—		—	—			—		—			

1) Diese Linie ist als Verunreinigung wiederholt in Bonn gemessen: 6493.765. .762, .762.

2) Diese Linie ist als Verunreinigung noch in Bonn gemessen: 6439.055. .063.

3) Diese Linien sind als Verunreinigung noch in Bonn gemessen: 6169.595, 6169.082.

4) Diese Linie ist als Verunreinigung noch in Bonn gemessen: 6162.195, .184.

5) In vielen Tabellen des Ca-Spektrums findet sich eine Linie bei 6708, und es haben Zweifel geherrscht, ob dies die rote Lithiumlinie sei oder eine Ca-Linie. Durch Woodward 189) ist wohl entschieden, daß es eine Lithiumlinie ist.

6) Diese Linie wird von Lorenser (176) anders eingeordnet, als hier nach Saunders (221) geschehen ist.

7) Diese Linien sind wahrscheinlich Kombinationslinien von Triplettermen.

8) Mit a_1 sind Linien bezeichnet, die sich als nicht eingeordnete Triplets auffassen lassen.

		Crew Bogen [179]	Lorenser Bogen [176]	Holtz Bogen [170]	Exner u. Haschek Bogen [153]	Eder u. Valenta Bogen [145]	Saunders [150]	Holtz Funke [170]	Exner u. Haschek Funke [153]	Eder u. Valenta Funke [138]	Klasse	
	37	—	48 2u	—	—	—	—	—	—			
	35	—	74 3u	—	—	—	—	—	—			
	31	—	70 1u	—	—	—	—	—	—			
	23	—	88 2u	—	—	—	—	—	—			
	17	—	99 4u	—	8.34 1	—	—	—	—			
	15	—	77 1u	—	—	—	—	—	—			
	12	—	32 1u	—	—	—	—	—	—			
	07	—	03 1u	—	—	—	—	—	—			
	5691	—	46 1u	—	—	—	—	—	—			
	88	—	47 4U	—	—	—	—	—	—			
	82	—	88 3u	—	—	—	—	—	—			
C a_1	02	829 5		844 8	87 10	86 5	—	850 6	36 3	79 5	III	
C a_1	01	283 5		264 8	28 10	28 5	—	265 6	27 3	26 5	III	
C a_1	5598	484 8		467 8u	47 20	49 6	—	48 8	45 8	46 6	III	
C a_1	94	461 8		447 10u	48 20	47 8	—	451 10	48 8	41 6	III	
C a_1	90	109 5		099 8	08 8	13 4	—	103 6	09 3	10 4	III	
C a_1	88	746 9		743 10	72 20	76 8	—	743 10	78 10	73 8	III	
C a_1	81	973 6		956 8	98 10	98 5	—	960 6	98 3	95 4	III	
2P—3.5S	12	978 4		935 8	94 8	91 4	—	93 2u	98 2	90 3	III	EHN
	5349	470 5		467 10	50 20		—	463 5	43 5	43 5	III	
	42	—		—	—		2 1	—	—	—		
a_1	5270	272 5		265 10	27 30		—	270 10	26 10	29 6	III	
a_1	65	559 5		551 8	56 20		—	554 8	55 5	55 6	III	
a_1	64	237 3		235 6	24 15		—	234 6	24 3	23 3	III	
	62	238 3		239 6	23 10		—	238 6	23 3	20 3	III	
	61	701 3		698 6	70 10		—	699 6	70 3	69 3	III	
a_1	60	375 1		387 4	41 5		—	38 4	46 1	—	III	
2P—5D	5188	846 3		864 6	88 100		—	860 6u	88 4	80 6	III	EHN

3D—4P	41	613 3	634 8r	65 20	—	67 4u	71 2	74 2	III	EComb.
	21	141 0	—	—	27 0	—	—	—		
	19	981 2	—	—	20.17 2	—	—	—	III A	
	01	489 1	—	—	69 1	—	—	—		
	4981	—	—	76 1	—	—	—	—		
2P—5P	29		—	—	25	—	—	—		EComb
3D—4Δp	4878	132 5	168 10r	20 20	—	172 10r	17 8	18 6	III	EComb
2P—4.5S	47	292 2	—	20 2u	29	—	—	05 3	III A	EIIN
	33	94 0u	—	9 1u	—	—	—	—		
	23	08 0u	—	0 1u	—	—	—	—		
	11	—	—	—	—	—	89 1	—		
	07	54 0u	—	6 1u	—	—	—	—		
	4784	—	—	32 1	—	—	—	—		
	41	—	—	92 1	—	—	—	—		
	40	—	—	—	—	—	2 1u	—		
	36	—	—	8 1	—	—	—	—		
	22	—	—	30 1	—	—	—	—		
	03	—	—	—	—	—	17 1	—		
2P—6D	4685	264 2	273 4v	17 5	—	—	17 1u	—	III	EIN
	24	—	—	45 1	—	—	—	—		
$3d_1$—4Δp	4585	932 2	908 10	6.04 30	—	901 10r	85 8	91 6		1) TB
	85	868 6	—	—	—	—	—	—	II	
$3d_2$ 4Δp	81	414 5	445 8	59 30	Saunders	445 8r	44 5	44 6	II	TB
$3d_3$—4Δp	78	570 4	558 8	70 20	221	584 8r	53 4	60 4	II	TB
1.5S—3D	75	—	—	—	43	—	—	—		EComb
3D—5P	26	944 4	952 6	7.18 20	—	98 6r	7.05 2u	7.00 4	III	EComb
C_1	12	281 1	—	5 1u	—	—	—	—		4) TComb
C_1	09	446 0	—	6 1u	—	—	—	—	III	4) TComb
C_1	07	—	—	—	42	—	—	—	IV	TComb
C_1	07	854 0u	—	—	—	—	—	—		4)

1) Janicki [136] mißt den Abstand der Linien mit Stufengitter zu 0.095 A.

2) Mit C sind 7 bereits von **Rydberg** [53], später **Popow** [182], dann **Götze** [233] sowie **Paschen und Back** [235] untersuchte Linien bezeichnet, die durch Kombinationen von lauter d-Termen entstehen, also die Form ndi — mdj haben.

		Crew Bogen [179]	Holtz Bogen [170]	Exner u. Haschek Bogen [153]	Saunders Bogen [221]	Barnes Bogen [134]	Holtz Funke [170]	Exner u. Haschek Funke [153]	Eder u. Valenta Funke [138]	Klasse	
C_1	4506	—	—	—	62		—	—	—		4) T Comb
C_1	05	—	—	—	00		—	—	—		4) T Comb
2P—5.5S	4496	—	—	1 1u	16		—	—	—		3) EIIN
	81	—	—	—	—		—	—	17 2		
$2p_1$—$4d_3$	56	612 3	623 4	67 8	—		617 4	63 5	62 4	II	2) TIIN
$2p_1$—$4d_2$	55	875 5	893 8R	93 20	—		887 8	95 15	94 15	I	TIN
$2p_1$—$4d_1$	54	765 9	781 10R	83 200R	—		775 10R	86 30R	75 30	I	TIN
$2p_2$—$4d_3$	35	673 8	682 8R	71 50	—		675 8	71 15	67 15	I	TIN
$2p_2$—$4d_2$	34	948 9	963 10R	5.00 100R	—		956 10R	5.03 20	95 15	I	TIN
$2p_3$—$4d_3$	25	428 9	449 10R	43 100	—		444 10	45 20	45 20	I	
2P—7D	12	—	—	—	30		—	—			EIN
3D—5 ⊿P	4355	099 5	14 6u	33 3r	—		2 2U	4 1u		III	EB
C	18	648 9	645 8R	64 50	—		639 8R	65 30		I	3)
2P—6.5S	12	—	—	—	31		—	—			EIIN
C_2 a	07	738 7	744 8R	74 30	—		737 8R	76 20		I	3) 6)
C_2	02	525 9	528 10R	54 100	—		523 10R	52 50		I	3)
C_2	4298	989 8	988 6	9.02 30	—		982 8R	97 20		I	3)
C_2	89	363 9	362 8R	34 50	—		366 8R	34 20		I	3)
C_2 a	83	008 9	006 8R	04 50	—		2999 8R	01 20		I	3) 6)
3D 6P	40	455 2	437 4	45 3	—		4 2U	41 1		III	E Comb
1.5S—2P	26	731 10R	728 10R	74 1000R	—		721 10R	73 100R		I	3) EIIN. EH
2P—7.5S	08	—	—	—	22		—	—			EIIN
2P—8.5S	4132	—	—	—	64		—	5 1			EIIN
3D—6 ⊿P	08	554 1	—	—	—		—	—		III	EB
	4099	—	—	0 2	—		—	—			
$3d_1$—5 ⊿p	98	552 4	575 4r	7 6	—		58 4r	8 2r		III	TB
$3d_2$—5 ⊿p	94	944 3	983 2r	5.15 6d	—		98 2r	5.1 2r		III	TB
$3d_3$—5 ⊿p	92	649 2	690 2r	86 4	—		7 2r	8 1r		III	TB

2P—9.5S	84	—		—		—		5			—		—			EIIN
3D—7P	58	912	0	—		—		91	1		—		—		IV	E Comb
$2p_1$—2.5s	3973	716	4	718	6r	76	10	—			714	4r	80	2	III	TIIN
3D—7ΔP	72	578	1	—		—		—			—		—		III	EB
1.5$\mathfrak{S}$—2$\mathfrak{P}_2$	68	465	10R	479	10R	48	300R	—			477	10R	47	500R	II	1) PH. PIIN
$2p_2$—2.5s	57	054	5	063	6r	07	10	—			07	4r	07	2	III	TIIN
	52	84	0	—		—		3.4	1		—		—			
$2p_2$—2.5s	48	899	3	914	4r	95	8	—			92	2r	85	1	III	TIIN
3D—8P	46	05	0	—		—		6.1	0		—		—			E Comb
1.5$\mathfrak{S}$—2$\mathfrak{P}_1$	33	664	10R	674	10r	66	500R	—			676	10R	66	1000R	II	1) PH, PIIN
	15	—		—		—		—			—		—			
	09	—		—		—		—			—		—			
	05	—		—		—		—			—		—			
3D—8ΔP	3889	141	1	—		—		9.6	1		—		—		IIIA	EB
$3d_1$—6Δp	75	807	4	—		—		5.70	3	70	—		—		IIIA	TB
$3d_2$—6Δp	72	552	3	—		—		—		45	—		—		IIIA	TB
3D—9P	71	—		—		—		50		—	—		—			E Comb
$3d_3$—6Δp	70	506	2	—		—		—		42	—		—			TB
	56	—		—		—		—		—	—		—			
3D—9ΔP	33	—		—		—		96		—	—		—			EB
	26	—		—		—		—		—	—		—			
3D—10ΔP	3795	—		—		—		62		—	—		—			EB

1) **Burns** [173] mißt für die Linien H u. K: 3968.472 und 3933.663. — In Bonner Arbeiten sind die Linien oft als Verunreinigungen gemessen: 3968.481, .473, .472, .472, .472, .472, .471, .471, .474 und 3933.673, .675, .672, .667.

2) Die folgenden Linien sind vielfach in Bonner Arbeiten als Verunreinigungen gemessen worden.

4455 .878, .887	4425 .435, .446	4289 .361, .368, .363
54 .778, .781, .781, .782	4318 .648, .650, .645	83 .003, .006, .002
35 .682, .682	4302 .527, .525, .530, .529,	26 .732, .726, .731, .731, .730
34 .964, .964, .965	4298 .987, .990, .987	

3) Nach **Saunders** von **Crew** und **Mc Cauley** gemessen.

3) **Burns** [173] mißt 4226.722.

4) C_1 Kombinationslinien innerhalb des Tripletsystems Typus 3d—3p.

5) Mit C_2 ist eine Gruppe von 6 Linien bezeichnet, die zuerst von **Rydberg** [53] dann von **Götze** [233] untersucht wurden. Sie haben den Typus mpi — npj.

		Crew Bogen [179]	Holtz Bogen [170]	Exner u. Haschek Bogen [153]	Saunders Bogen [221]	Barnes Bogen [134]	Holtz Funke [170]	Exner u. Haschek Funke [153]	Klasse	
$3D-11\Delta P$	67	—	—	—	42	—	—	—		EB
$2p_2-3.5S$	61	—	—	—	72	—	—	—		ET Comb
	59	—	—	—	—	—	—	—		
$3d_1-7\Delta p$	53	367 1	—	—	—	41	—	—	III A	TB
$3d_2\ 7\Delta p$	50	349 1	—	—	—	35	—	—	IV A	TB
$3d_3-7\Delta p$	48	374 1	—	—	—	27	—	—	IV A	TB
	47	—	—	—	—	—	—	—		
$2P_1-2.5S$	36	903 9	905 4	91 20	—	—	906 10R	7.20 50r	V	PIIN
	16	—	—	—	—	—	—	—		
$2P_2-2.5S$	06	022 9	088 4	08 10	—	—	083 8r	15 50r	V	PIIN
	3696	—	—	—	—	—	—	—		
$3d_1-8\Delta p$	78	240 2	—	—	—	31	—	—	III A	TB
$3d_2\ 8\Delta p$	75	307 2	—	—	—	38	—	—	III A	TB
$3d_3-8\Delta p$	73	448 1	—	—	—	34	—	—	III A	TB
	53	—	49 2	—			—	—		
$2p_1-5d_3$	44	930 0	—	—	—		—	—	III	TIN
$2p_1-5d_2$	44	760 3	757 6	75 8	—		—	—	III	TIN
$2p_1-5d_1$	44	400 7	408 10	38 20	—		4 4U	38 4	III	TIN
$2p_2\ 5d_2$	30	973 2	958 6	92 8	—		7 4U	71 3	III	TIN
$2p_2-5d_2$	30	749 6	739 8	72 20	—		1 2U	—	III	TIN
$3d_1-9\Delta p$	28	—	—	—	60		—	—		TB
$3d_2-9\Delta p$	25	—	—	—	69		—	—		TB
$2p_3-5d_1$	24	107 6	106 8	04 10	11		—	05 2 0 1u	III	TIN TB
	02	—	—	—	—		—			
$3d_1-10\Delta p$	3594	—	—	—	08		—			TB
$3d_2-10\Delta p$	91	—	—	—	26		—			TB
$3d_3-10\Delta p$	89	—	—	—	49		—	—		TB
$3d_3-11\Delta p$	3568	—	—	—	91		—	—		TB

3d₂—11 ∫p	66	—		—		—		12	—		—			TB
3d₃—11 ∫p	64	—		—		—		35	—		—			TB
3d₁—12 ∫p	50	—		—		—		03	—		—			TB
3d₁ 12 ∫p	47	—		—		—		38	—		—			TB
3d₃—12 ∫p	45	—		—		—		58	—		—			TB
3d₁—13 ∫p	35	—		—		—		55	—		—			TB
2p₁—3.5s	3487	611	5	613	6r	67	4	—	—		73	1	II	THN
2p₂—3.5s	74	774	3	779	4r	86	2	—	—		—		II E	THN
2p₃—3.5s	68	484	2	489	4r	55	1	—	—		—		II	THN
	3372	—		—		—		—	5	2U	—			
2p₁—6d₃	62	28	0	—		—		—	—		—			TIN
2p₁—6d₂	62	131	2	—		—		—	—		—		III	TIN
2p₁—6d₁	61	918	6	904	8v	81	10	—	6	2U	—		III	TIN
2p₂—6d₃	50	361	2	—		—		—	—		—		III	TIN
2p₂—6d₂	50	198	5	188	8v	11	5	—	2	2U	—		III	TIN
2p₃—6d₃	44	508	5	491	6v	38	2	—	—		—		III	TIN
2p₁—4.5s	3286	060	3	100	6	21	1	—	—		—		III	THN
2p₁ 4.5s	74	661	2	70	2r	81	1	—	—		—		III A	THN
2p₃—4.5s	69	090	1	14	2r	23	1	—	—		—		III A	THN
2p₁—7d₂	26	129	1	—		—		—	—		—		III A	TIN
2p₁—7d₁	25	883	5	862	4v	5	1u	—	—		—		III A	TIN
2p₂—7d₃	15	334	1	—		—		—	—		—		III A	TIN
2p₂—7d₂	15	145	3	126	4v	4.9	1u	—	—		—		III A	TIN
2p₃ 7d₃	09	930	3	892	2v	—		—	—		—		III A	TIN
2𝔓₁—4𝔇₁	3181	283	6	274	4	30	3	—	4	8Ur	47	10r	V	PIN
2p₁—5.5s	80	521	2	—		—		—	—		—		III A	TIN
2𝔓₁—4𝔇₁	79	340	10	332	6	37	15	—	333	10R	38	50R	V	PIN
2p₁ 5.5s	69	854	1	—		—		—	—		—		IV A	THN
2p₃ 5.5s	64	618	1	—		—		—	—		—		IV	THN
2𝔓₂—4𝔇₂	58	877	10	866	6	88	10	—	865	10R	93	50R	V	PIN
2p₁—8d₂	51	280	1	—		—		—	—		—		I A	TIN

1) Kombinationslinie in T-System.
2) Die Linie ist sonst in Bonn zu 3140.715 gemessen.

		Crew Bogen [179]	Holtz Bogen [170]	Exner u. Haschek Bogen [153]	Saunders Bogen [150, 221]	Holtz Funke [170]	Exner u. Haschek Funke [153]	Eder Funke [174]	Klasse	
$2p_1—8d_1$	3150	747 4	714 2u	—	—	—	—		III A	TIN
$2p_2—8d_3$	41	164 0	—	—	—	—	—		IV A	TIN
$2p_2—8d_2$	40	782 2	720 2u	—	—	—	—		IV A	TIN
$2p_3—8d_3$	36	003 2	5.868 1u	—	—	—	—		IV A	TIN
$2p_1—6.5s$	17	656 1	—	—	—	—	—		IV A	TIIN
$2p_1—9d_2$	09	—	—	—	51	—	—			TIN
$2p_1—9d_1$	08	—	—	—	58	—	—		IV	TIN
$2p_2—6.5s$	07	388 1	—	—	—	—	—			TIIN
$2p_3—6.5s$	02	36 0	—	—	—	—	—		IV	TIIN
$2p_2—9d_3$	00	—	—	—	22	—	—			TIN
$2p_2—9d_2$	3099	—	—	—	34	—	—			TIN
$2p_3—9d_3$	95	—	—	—	29	—	—			TIN
$2p_1—10d_2$	81	—	—	—	55	—	—			TIN
$2p_1—10d_1$	80	—	—	—	82	—	—			TIN
$2p_1—7.5s$	76	—	—	—	99	—	—			TIIN
$2p_2—10d_2$	71	—	—	—	97	—	—			TIN
$2p_2—10d_3$	71	—	—	—	58	—	—			TIN
$2p_3—10d_3$	67	—	—	—	01	—	—			TIN
$2p_3—7.5s$	62	—	—	—	05	—	—			TIIN
$2p_1—11d_2$	55	—	—	—	56	—	—			TIN
$2p_1—11d_1$	55	—	—	—	32	—	—			TIN
$2p_1—8.5s$	49	—	—	—	01	—	—			TIIN
$2p_2—11d_1$	45	—	—	—	75	—	—			TIN
$2p_3—11d_2$	41	—	—	—	05	—	—			TIN
$2p_2—8.5s$	39	—	—	—	21	—	—			TIIN
$2p_3—8.5s$?	34	—	—	—	52	—	—			TIN
$2p_1—9.5s$	28	—	—	—	97	—	—			TIIN
$2p_2—12d$	24	—	—	—	93	—	—			TIN

$2p_3-12d_2$	20	—	—	—	15	—	—			TIN
$2p_1$ 9.5s	3019	—	—	—	37	—	—			THN
$2p_1-13d$	18	—	—	—	55	—	—			TIN
$2p_1-10.5s$	14	—	—	—	01	—	—			THN
C	09	212 4	210 2	—	—	211 2	18 2		III 1	
C	06	864 5	859 4	—	—	854 4	82 3		III 1	TIN
$2p_1-14d$	06	—	—	—	22	—	—			
C	00	865 4	878 4	84 2	—	874 2	85 2		III 1	
C	2999	651 4	658 2	62 2	—	651 2	63 1		III 1	
C	97	309 4	311 3	29 3	—	306 3	30 2		III 1	
$2p_1-15d$	96	—	—	—	67	—	—			TIN
C	94	953 4	961 3	94 3	—	955 3	94 2		III 1	
$2p_1-16d$	88	—	—	—	98	—	—			TIN
$2p_1-17d$	82	—	—	—	89	—	—			TIN
$1.5S-3p_2$	2734	—	—	—	82	—	—			ET Comb.
1.5S 3P	21	—	—	—	65	—	—			EH
1.5S—4D	2680	—	—	—	36	—	—			E Comb.
	2428	—	—	—	77 1	—	—			
1.5S—4P	2398	582 2	587 8R	58 1R	—	594 6Rr	58 1R	61 2		EH
1.5S—3.5S	92	—			94 2	—	—	—		E Comb.
	92	—			22	—	—	—		
	73	—			3	—	19 1	18 1		
1.5—4.5S	54	—			7	—	—	—		
	43	—			—	—	—	52 1		E Comb.
	35	—			0	—	—	—		
	30	—			02 2	—	—	—		
1.5S—5D	29	—			33	—	—	—		EIN
	16	—			—	—	—	99 1		
	12	—			—	—	—	05 1u		
	09	—			—	—	—	65 1u		
	2287	—			9	—	—	—		
1.5S 5P	75	493 1			—	5 6Rr	—	56 2		IX

1) Mit C ist eine zuerst von Rydberg (53) dann Götze (233) untersuchte Gruppe von 6 Linien bezeichnet, die durch Kombination von p-Termen entsteht und die Form hat $mp_i - np_j$.

		Crew Bogen [179]		Saunders Bogen [150, 221]		Holtz Funke [170]		Exner u. Haschek Funke [163]		Eder Funke [174]		
	2258	—		07	1							
1.5S—4.5S	57	—		40		—						E Comb.
	49	—		8								
	22	—		59	1	—						
1.5S—6D	21	—		91								EIN
	16	—		7								
	11	—		86?	0							
2$\mathfrak{P}_1$—3.5$\mathfrak{S}$	08	606	3	—		7	6r	8	1u	83	2u	PIIN
1.5S—6P	00	76	1	80	3	5	2u			—		EII
2$\mathfrak{P}_2$—3.5$\mathfrak{S}$	2197	791	3			8	5r			94	2	PIIN
	87	—		66	1	—						
	79	—		44	1	—						
1.5S—5.5S	77			8		—						E Comb.
	67	—		57	0							
1.5S—7P	50	78	1	—								EII
	32	—		51	0	2	2u			—		
	31	—		—		4	2u					
	24	—				1	1u					
	21	—		—								
1.5S—8P	18	—		68		—				—		EII
	13	19	1	—		—				28	1u	
2$\mathfrak{P}$—5$\mathfrak{D}$	12	763	2	—		7	5r			—		PIN
2$\mathfrak{P}_2$—5$\mathfrak{D}_2$	08	239	2			1	5r			47	1u	PIN
	2098			14	1							
1.5S—9P	97			49	v							EII
	88			88	1r							
1.5S—10P	82			78								EII
1.5S—11P	78			26	0v							EII

		Saunders Bogen [150, 221]		
	2065	42	0	
1.5S—12P	64	77		EII
	40	26	6	
	35	13	5	

	Saunders Bogen [150, 221]		Eder Funke [174]	
1994			35	1
51			87	1
1839	8			
37	1			

		Lyman [163]		Saunders [184]	
	1872	5	3		
	70	4	3		
2$\mathfrak{P}_1$—4.5$\mathfrak{S}$	51	3	7	0.9	PIIN
2$\mathfrak{P}_2$—4.5$\mathfrak{S}$	43	3	6	—	PIIN
3$\mathfrak{D}_2$—4 ⊿P	40	2	10	Norm	PB

		Lyman [163]		Saunders [184]	
3$\mathfrak{D}$—4.⊿$\mathfrak{P}_1$	33	0	9	—	PB
2$\mathfrak{P}_1$—6$\mathfrak{D}_2$	15	0	8	—	PIN
2$\mathfrak{P}_2$—6$\mathfrak{D}_2$	07	8	7	—	PIN
2$\mathfrak{P}_1$—5.5$\mathfrak{S}$	1696	9	2	—	PIIN
2$\mathfrak{P}_2$—5.5$\mathfrak{S}$	92	4	1	—	PIIN

		Lyman [163]		Saunders [184]	
$2p_1 - 7\mathfrak{D}_1$	1680	5	2	—	PIN
$2\mathfrak{P}_2 - 7\mathfrak{D}_2$	74	1	1	—	PIN
	1561	2	2?	Norm	
	55	1	8	Norm	
$3\mathfrak{D}_1 - 5 \mathfrak{P}$	53	5	7	—	PB
	46	0	?	—	
	33	4	2	8	
	1526	7	2	—	
	1475	—		5.5	
$3\mathfrak{D}_2 - 6 \mathfrak{P}$	34	3	6	Norm	PB
$3\mathfrak{D}_1 - 6 \mathfrak{P}$	33	1	5	—	PB
	02	7	4	—	
	1400	—		0.7	
	1393	6	5	—	
$3\mathfrak{D}_1 - 7 \mathfrak{P}$	70	6	3	—	PB
$3\mathfrak{D}_2 - 7 \mathfrak{P}$	69	1	3	—	PB
	47	—		7.1	
	1276	4	3	—	
	68	2	2	—	
	64	5	2	4.7	
	60	2	1	—	
	54	3	2	—	
	46	2	1	—	
	977	—		7.9??	

Röntgengebiet.

X-Einheiten:

K	Moseley [177]		Siegbahn u. Stenström [198]		Hjalmar [234]
α	3368	α_2	3359		3355.12 [1]
		α_1	3355		51.86
		α_3	3328		32.3
β	3094	β_1	3086	β_1	3082.87
				β''	79.57
		β_2	3074	β_2	67.40

Lee [161] bringt in ein im Bogen rotierendes Kohlerohr verschiedene Mengen Calciumchlorid und sieht nach, wie viel Salz nötig ist, um die verschiedenen Linien umgekehrt zu erhalten: g gebraucht $^1/_7$, H $^3/_2$ mal soviel wie K. — St. John [143] mißt H und K in Bogen, Funken, elektrischem Ofen, in Absorption und Emission, findet immer die gleichen Zahlen, nämlich im Mittel 3968.476 und 3933.637. Das stimmt vorzüglich mit den Messungen von Burns [173] und in Bonn (siehe Tabelle); bei Crew weicht H aber um 0.021 ab. — Morton [190] schließt aus dem Gangunterschied, den man bei den Linien erreichen kann, daß die Masse, welche g emittiert doppelt so groß sei, als die, welche H und K emittiert, also etwa im Verhältnis von Molekel zu Atom.

Janicki [186] findet, daß alle Calciumlinien einfach sind, wie schon vor ihm Nutting [95].

Oellers [162] und Könemann [171] untersuchen, in welchen Teilen des Bogens die einzelnen Linien am stärksten auftreten. Beide finden übereinstimmend, daß die Funkenlinien und die der Paarserien am negativen Pol

1) Siegbahn (s. K. Wentzel, Die Naturwissenschaft 16 p. 891, 1922) hat noch die folgenden Linien gefunden: λ 3349 (Begleiter von α_1), λ 3339.86 (α_7), λ 3330.0 (α_4).

Terme.

A. Triplet-System (Saunders [221]).

$2p_1$	33989	$3p_1$	12725?																		
$2p_2$	34095	$3p_2$	12750?																		
$2p_3$	34147	$3p_3$	12748?																		
1.5s	17765	2.5s	8830	3.5s	5324	4.5s	3566	5.5s	2556	6.5s	1922	7.5s	1499	8.5s	1200	9.5s	983	10.5s	820		
$3d_3$	26969	$4d_3$	11556	$5d_3$	6561	$6d_3$	4256	$7d_3$	3002	$8d_3$	2268	$9d_3$	1849	$10d_3$	1551	$11d_3$	1373	$12d_3$	1045	$15d_3$	628
$3d_2$	28955	$4d_2$	11553	$5d_2$	6560	$6d_2$	4254	$7d_2$	3001	$8d_2$	2265	$9d_2$	1839	$10d_2$	1547	$11d_2$	1271	$13d_3$	870	$16d_3$	541
$3d_1$	28934	$4d_1$	11547	$5d_1$	6557	$6d_1$	4252	$7d_1$	2998	$8d_1$	2559	$9d_1$	1829	$10d_1$	1539	$11d_1$	1268	$14d_3$	734	$17d_3$	474
$4\Delta p$	7134	$5\Delta p$	4542	$6\Delta p$	3140	$7\Delta p$	2298	$8\Delta p$	1754	$9\Delta p$	1382	$10\Delta p$	1118	$12\Delta p$	923	$13\Delta p$	774	$14\Delta p$	660		

B. Dublet-System Fues[1].

$2\mathfrak{P}_1$	70906								
$2\mathfrak{P}_2$	70529								
$1.5\mathfrak{S}$	95719	$2.5\mathfrak{S}$	43554	$3.5\mathfrak{S}$	25048	$4.5\mathfrak{S}$	16291	$5.5\mathfrak{S}$	11433
$3\mathfrak{D}_2$	82070	$4\mathfrak{D}_2$	38892	$5\mathfrak{D}_2$	23003	$6\mathfrak{D}_2$	15213	$7\mathfrak{D}_2$	10800
$3\mathfrak{D}_1$	82009	$4\mathfrak{D}_1$	38863	$5\mathfrak{D}_1$	22995	$6\mathfrak{D}_1$	15210	$7\mathfrak{D}_1$	10796
$4\Delta p$	27666	$5\Delta p$	17702	$6\Delta p$	12290	$7\Delta p$	9089		

C. System einfacher Linien (Saunders [221]).

2P	25652	3P	12573	4P	7626	5P	5371	6P	3880	7P	2825	8P	2120	9P	1638	10P	1306	11P	1072	12P	889
1.5S	49305	2.5S	15988	3.5S	7518	4.5S	5028	5.5S	3417	6.5S	2469	7.5S	1868	8.5S	1462	9.5S	1176				
3D	27455	4D	12006	5D	6386	6D	4315	7D	2995												
$4\Delta P$	6961	$5\Delta P$	4500	$6\Delta P$	3123	$7\Delta P$	2290	$8\Delta P$	1750	$9\Delta P$	1380	$10\Delta P$	1116	$11\Delta P$	919						

Außerdem Kombination der Form md—np, md—nΔp, mp—nd, $mp_i—np_j$, $md_i—nd_j$ im Tripletsystem, mD—nP, mS—nD, mS—nS, mP—nP, mS—nP, mD—nS im Einzelsystem und mS—np, mp—nS, mD—np zwischen beiden Systemen.

[1] [illegible] andere Zahlen und neue Berechnung bei A. Fowler, Report on series in line spectra. London 1922, p. 126 (Zusatz bei Korrektur).

ırker sind, die übrigen am positiven Pol, wenn auch weniger auffallend. ınlich verfahren später Kramstyk [192], Oldenberg [178] und Hoernle [227]. ihrend Ramsauer und Wolf [237] das Nachleuchten der einzelnen Linien rfolgen, ähnlich wie früher Crew und Baker [73], sowie Watteville [87].

Auch Gale und Whitney [199] finden, daß die Expositionszeiten am ırzesten sind, wenn das Licht vom positiven Pol genommen wird. Sie finden ıen starken Poleffekt: die Linien der ersten Nebenserie haben am positiven ıl größere Wellenlänge, am negativen kleinere, als im Licht von der Mitte s Bogens, die Linien der zweiten Nebenserie verhalten sich umgekehrt. Der ıleffekt bei verschiedenen Linien scheint proportional der Druckverschiebung r betreffenden Linien zu sein. Im Vakuum verschwindet er. Weiteres Detail he man in der Arbeit von Whitney [200]. Es zeigt sich, daß die nach iolett unscharfen Linien am positiven Pol kleinere Wellenlängen haben, die ıch Rot unscharfen größere. Für H und K scheint kein Poleffekt zu existieren. m negativen Pol ist der Poleffekt Null oder äußerst klein, am positiven Pol reicht er die Größe von 0.05 A. Er scheint der Intensität der Linie proırtional zu sein.

Im Anschluß daran untersucht Miller [228] den Druckeffekt, indem er en Druck von 5 auf 76 cm steigert. In die Resultate kommt Übersichtlicheit nur, wenn man nach den Gesetzmäßigkeiten ordnet. Dann zeigt sich, daß ie Linien der gleichen Serie sich analog verhalten, nämlich alle Linien sich ach längeren Wellen verschieben, wenn sie unscharf nach Rot sind, oder nach ürzeren, wenn unscharf nach violett. Die Gleichheit ist sogar quantitativ: lle Linien, welche das erste Triplet der ersten Nebenserie bilden, λ 4456 usw. erschieben sich um 0.001 A nach Violett, alle Linien des folgenden um 0.029, es nächstfolgenden um 0.054. H und K haben keine Druckverschiebung, 4220 ine solche nach Rot um 0.018. Weitere Einzelheiten muß man in der Arbeit elbst aufsuchen.

Ich muß aber hier auf eine Schwierigkeit hinweisen, die meines Wissens ıicht genügend hervorgehoben ist. Wir haben zwei sorgfältige Messungsreihen les Ca, die von Crew und Mc Cauley [179] im Vakuumbogen, von Holtz [170] m Bogen in Luft. Crew weist selbst darauf hin, daß abgesehen von längeren Wellen etwa oberhalb 5800, wo Holtz offenbar entweder durch schlechte Norınalen oder durch eine Verschiebnng zwischen Ca- und Fe-Aufnahme falsch ist, lie beiden Messungsreihen sehr gut übereinstimmen. Trotzdem wäre es falsch, etwa aus ihnen das Mittel zu nehmen, sie lassen sich vielmehr nicht vereinigen, wenn man nicht für alle Linien den Druckeffekt kennt. Bei den spektroskopischen Messungen hat man bisher den Bogen bei Atmosphärendruck zugrunde gelegt. In ihnen steckt der ganze Druckeffekt für eine Atmosphäre, der freilich meist gering ist, aber doch die hundertel A beeinflußt. Für Aufstellung von Gesetzmäßigkeiten müßte man natürlich diesen Druckeffekt beseitigen, also prinzipiell den Vakuumbogen nehmen, der ja auch viel schärfere Linien gibt. Aber bisher ist das kaum geschehen. Wie groß der Einfluß sein kann, läßt

sich gerade am Ca sehr gut erkennen, wo wir gute Messungen im Vakuum und bei 1 Atm., und eine Messung der Druckverschiebung haben.

In der folgenden Tabelle gebe ich in der ersten Kolonne Wellenlängen, in der zweiten die Druckverschiebung derselben nach Miller, in der dritten den Messungsunterschied Holtz-Crew. Es sind solche Liniengruppen herausgesucht, die möglichst stark nach Rot (+ Zeichen), gar nicht, oder möglichst stark nach Violett (— Zeichen) verschoben sind.

I	II	III	I	II	III	I	II	III
5041	+ 0.015	— 0.021	4318	— 0.001	+ 0.003	3361		+ 0.014
4527	+ 0.027	— 0.008	4299	— 0.001	+ 0.001	3350	0.054	+ 0.010
4878	+ 0.031	— 0.036	4289	0.000	+ 0.001	3344		+ 0.017
4855	+ 0.068	— 0.041						

Man sieht deutlich, daß die Messungsdifferenzen der beiden Beobachter nur zum Teil durch Messungsfehler zu erklären sind, — in welchem Fall man den Mittelwert nehmen dürfte, — zum großen Teil aber durch die Druckdifferenz bedingt sind.

Da nun die Druckverschiebungen kaum für andere Elemente, als etwa Fe und Ca bekannt sind, auch für diese lange nicht genügend, da unsere Tabellen sich aber auf Atmosphärendruck beziehen, so sind eigentlich die Messungen am Vakuumbogen für viele Zwecke unbrauchbar, da wir sie vorläufig nicht auf Luftdruck reduzieren können.

Mc Cauley [238] hat kürzlich Interferenzmessungen am Vakuumbogen mit den Vakuummessungen von Crew und denen von Holtz verglichen, findet gute Übereinstimmung mit ersteren, weniger gute mit letzteren, ob er dabei die Druckverschiebung berücksichtigt hat, ist aus dem Auszug nicht zu ersehen.

Moore [157] behandelt den Zeeman-Effekt. Die Linien der Triplet-Nebenserie scheinen sich in Quadruplets zu verwandeln, die Fowlersche Tripletserie (4586 usw.) keinen Zeeman-Effekt zu zeigen. Die übrigen untersuchten Linien bilden Triplets. — Man sehe weiter Götze [233] sowie Paschen und Back [235].

King [207] beschäftigt sich mit der anomalen Dispersion, erzeugt durch Dampf in seinem elektrischen Ofen. Da die Dichte von unten nach oben variiert, so wirkt die Dampfmasse als Prisma. Dabei ergibt sich das interessante Resultat, daß man solche Temperatur herstellen kann, daß die Dampfmasse als Prisma mit brechender Kante nach oben wirkt für H und K, gleichzeitig als Prisma mit brechender Kante nach unten für 4226. Dadurch ist der eindeutige Beweis geliefert, daß diese Linien von verschiedenen Emissionszentren geliefert werden.

Als letzte Arbeit über das Bogenspektrum des Ca sei eine solche von Angel del Campo [216] genannt. Er erhält von allen Calcit-Proben folgende neue Linien: 2565.08, 2564.08, 2558.90, 2558.27, 2557.25, 2554.86, während andere Kalksalze sie bald zeigen, bald nicht.

Verschiedene Versuche, bei denen der Bogen auch in anderen Gasen als Luft ennt, lassen ihn annehmen, daß es sich um chemische Prozesse handle, die auch in anderen Fällen für das Erscheinen oder Fehlen von Linien ver- twortlich machen will. Die genannten Linien würden von „freiem Calcium" zeugt. — Der Sinn der Arbeit ist mir nicht ganz klar. Wenn ich ihn recht rstehe, erscheinen die Linien eben nur, wenn der Ca-Dampf in genügender ichte vorhanden ist; wird diese aber, z. B. durch eintretende Oxydation ver- ndert, so sind die Linien nicht sichtbar, — wenigstens nicht mit gewöhn- hen Expositionszeiten. Aber dann kann man doch nicht sagen, das Spektrum erde durch chemische Prozesse geändert.

Über Ca in Flammen sind nur wenige Worte zu sagen. Hase [166] ißt photometrisch die Intensität von Ca-Linien in Flammen bei variabler Salz- onzentration. Hemsalech und Watteville [135] leiten Sauerstoff über Ca- unken, und lassen ihn mit Azetylen verbrennen. Die Ca-Linien, 26 an ahl, erscheinen unten in der Flamme sehr schwach, werden erst über dem onus stark. — Die Verfasser machen folgende Angaben: Aus dem Spektrum wischen λ 390 u. λ 500 erscheinen in der Flamme von Luft + H : 3 Linien, Leuchtgas + O : 13, in H + O : 18, in Azetylen + O : 26, im Bogen nach ooper: 28, im kondensierten Funken 30 Linien. Eine Tabelle enthält die inien und ihre Intensitäten. — In einer zweiten Abhandlung [139] wird auch er langwellige Teil berücksichtigt, eine Tabelle bis λ 671 gegeben. Ein Ver- leich mit dem Spektrum des elektrischen Ofens von King zeigt sehr große nalogie, und so wird geschlossen, daß man es in Flammen, etwa so wie im fen, mit Wärmewirkung zu tun habe.

Kaum zu erwähnen lohnt die Angabe von Meunier [158], daß er in der Vasserstoffflamme vergebens nach Banden von Wasserstoff gesucht habe, aber tets im Rot und Grün die Banden von Ca gefunden habe.

In Funken wird die Geschwindigkeit der leuchtenden Teilchen untersucht, – ein etwas zweifelhafter Begriff. Solche Versuche macht Royds [132, 149] im vesentlichen nach dem Vorgang von Schuster und Hemsalech (Bd. V, . 245), indem er auf rotierendem Film photographiert. Er untersucht auch len Einfluß von Selbstinduktion, Kapazität. Für die Ca-Linien werden zwei erschiedene Geschwindigkeiten gefunden, etwa 500 und 100 m/sec. Hemsa- ech [148] bringt den Funken in ein Magnetfeld; dann wird er fortgeblasen ınd ausgebreitet, und es werden Schlüsse auf Leuchtdauer und Geschwindig- keit gezogen. Bei Ca ist die Leuchtdauer der Bogenlinien ungefähr proportional ler Intensität, bei Funkenlinien viel kürzer. In einer zweiten Arbeit [156] äßt er den Funken in verschiedenen Gasen übergehen; besonders schön sei lie Erscheinung in Wasserstoff. In Sauerstoff werde 4226 heller als H und K. Dann [165] wird die Geschwindigkeit für verschiedene Linien gemessen; sie sei im allgemeinen 87 m/sec., für die enhanced lines 3737 und 3969 aber 148 m/sec. Ein sehr merkwürdiges Ergebnis ist, daß der Kitt, mit dem andere Metallstücke befestigt sind, auch verdampft und Ca-Linien zeigt, diese haben

dann aber nicht die Geschwindigkeit des Ca, sondern der betreffenden Metalle. Man vgl. auch die ähnlichen Ergebnisse von Ramsauer u. Wolf [237].

Goldstein (Verhandl. D. Physik. Ges. 12, p. 426—443, 1910) hatte in einer Geißlerröhre Funken durch Salze gehen lassen, und die dabei auftretenden Spektren als etwas vermeintlich Neues „Grundspektren" genannt. In Wahrheit sind es die Funkenspektren nebst solchen von Luft, Chlor usw. Versuche mit Ca-Chlorid werden von Scharbach [172] wiederholt; er erhält aber nur Luftlinien. Nelthorpe [156] benutzt das Fluorid und findet: H und K, 3737 und 3709 recht schwach, 3179 und 3159 ziemlich stark, endlich 4226 schwach. Auch Pollok [167] benutzt ein ähnliches Verfahren. Er bestimmt die Empfindlichkeit der Ca-Reaktion in einer mit gemessenen Mengen von Salzlösungen beschickten Quarzröhre beim Durchgang von Entladungen.

Smith [181] beobachtet Büschelentladungen in Flüssigkeiten. Dabei treten Ca-Linien von Verunreinigungen auf, aber immer nur, wenn die Elektrode negativer Pol ist. Williams [193] läßt Funken nach Lösungen von Ca-Salzen gehen und teilt die Linien ein in verschiedene Klassen je nach ihrem Verhalten gegenüber variabler Selbstinduktion.

Über die Wirkung des elektrischen Feldes hatten zuerst Stark und Kirschbaum [185] Versuche gemacht. Sie finden bei H und K keine solche. Howell [197], die nach der Methode von Lo Surdo arbeitet, findet eine Aufspaltung in 2 unpolarisierte Komponenten beim transversalen Effekt, in drei beim longitudinalen Effekt. — Ritter [210] erhält bei dem Triplet der ersten Nebenserie 3361, 3350, 3344 eine Verschiebung nach Violett um resp. 1.02, 1.33, 1.35 A für 26000 Volt/cm. Die Linien sind unscharf nach Violett, werden auch durch Druck nach Violett verschoben.

King und Carter [202, 214] setzen Ca konzentrierten Kathodenstrahlen aus; es verdampft dabei und der Dampf leuchtet. Die erste Arbeit enthält ein Verzeichnis der photographierten 26 Linien zwischen λ 318 u. λ 504. Am charakteristischsten ist die außerordentliche Stärke verbunden mit Schärfe von 4226, ferner relative Stärke von 3706, 3737, und der Serie von Einzellinien. H und K sind kräftig vorhanden, dagegen fehlt die Gruppe von sechs Linien bei λ 4300 fast vollständig. — Reichenheim [147] untersucht Anodenstrahlen: es treten nur Linien der Haupt- und Nebenserien auf und 4226. — Es zeigt sich bei den Linien Dopplereffekt; aus der Größe der Verschiebung schließt der Autor auf zweiwertige Emissionszentren.

Der Bau des Ca-Spektrums ist weiter aufgeklärt worden. Es gelang einen großen Teil der Bogen- und Funkenlinien in drei Seriensysteme, sowie eine größere Anzahl von Kombinationen einzuordnen.

Ähnlich wie bei Baryum setzt sich das Spektrum des Calciums aus je einem System von Tripletserien der vier Grundtypen, einem System von Einzellinien-Serien und einem System von Paarserien zusammen. Nachdem Kayser und Runge [52] die Nebenserien des Tripletsystems, Paschen [129] den Anfang der Hauptserie des Tr-Systems, Saunders [125] die Bergmannserie gefunden

atte, ist dies System von Lorenser [116] und namentlich Saunders [150, 221] ervollständigt worden. Die Einordnung in der Tabelle geht auf die neueste Bearbeitung durch Saunders [221] zurück, benutzt indes die Paschensche Bezeichnung. Auf Einzelheiten einzugehen ist hier nicht der Ort. Auch die Terme ind nach Saunders [221] gegeben. Weitere Berechnungen dieser Serien findet man bei Hicks [168, 169], der sie im Hinblick auf den Zusammenhang der Serienkonstanten mit dem Atomgewicht bzw. Atomvolumen untersucht und neu berechnet. Ebenso berechnen Lorenser [176], sowie Dunz [160] die Terme, die von Frommel gesammelt werden [231]. Ein besonderes Interesse bietet auch der von Paschen und Back untersuchte Zeemaneffekt. Auf Grund desselben lassen sich, wie Paschen und Back [235], sowie Götze [233] zeigen, die bereits früher von Rydberg [53] und neuerdings von Popow [182] untersuchten Gruppen von je 7 Linien bei 5600 und 6 Linien bei 4300 als Kombinationen von d-Termen bzw. p-Termen erkennen und in ihrem Zeemaneffekt deuten. Zwischen dem System der Tr-Serien und demjenigen der einfachen Linien besteht ein Zusammenhang, wie sich darin zeigt, daß eine Reihe von Kombinationen zwischen Termen der beiden Systeme vorkommen, wie Paschen [129], Saunders [221], Dunz [160], Lorenser [176] zeigen. Im einzelnen ist wohl noch mancherlei unsicher. Die Angaben in unserer Tabelle schließen sich im wesentlichen an die Kritik von Saunders [221] an.

Dasselbe gilt von den Serien einfacher Linien, die zuerst von Saunders [144] gefunden und allmählich vervollständigt, von Dunz [160] ebenfalls berechnet wurden.

Einen durchaus verschiedenen Charakter von diesen beiden Seriensystemen hat das System von Paarserien, das in der Hauptsache die sog. Funkenlinien, unter ihnen die Linien H und K umfaßt. Die Hauptserie dieses Systems ist noch immer nicht bekannt, obwohl man schon im Beginn der Serienforschung das Paar H und K in Verdacht gehabt hat. Ritz [114] gab dann den Anfang der ersten Nebenserie dieses Systems, Paschen den Anfang der zweiten Nebenserie. Diese Serien wurden weiter von Saunders [150], Lyman [163] u. a. vervollständigt. Hicks [191], Lorenser [176], Johanson [205] und Fowler[1]) haben die Serien neu berechnet. Dabei zeigte sich, daß die bekannten Serienformeln zur Darstellung der Serien der enhanced lines nicht ausreichten. Wie Johanson [205] und Fues [225] nachweisen, gelingt dies jedoch mit modifizierten Formeln. Ein neuer Gesichtspunkt zur Beurteilung dieser Serien wurde durch Fowler gefunden, als er den Nenner 4 N vorschlug, den dann Hicks [191] zur Darstellung brauchbar fand. Durch Kossel und Sommerfeld [212, 224] ist mittels des Verschiebungssatzes die Frage scharf formuliert worden. Das System der Paarserien würde nach dieser Auffassung, die von Fues [225] für Calcium ausführlich begründet wird, den Charakter der Alkalienspektra tragen, dem ionisierten Ca angehören und daher auch

1) Phil. Trans. A 214, 1914.

keine Kombinationen mit den beiden erstgenannten Systemen eingehen. Zur Besprechung von Einzelheiten ist hier nicht der Ort. Die Zahlen in der Tabelle der Terme sind der Arbeit von Fues entnommen[1].

Nach dem Bereiche des Röntgenspektrums hin liegen mehrere Messungen in der K-Serie vor, die ersten von Moseley [177], der je eine α- und β-Linie fand. Diese wurden später durch Siegbahn und Stenström [198, 203, 211, 217] in neuester Zeit durch Hjalmar [234] in mehrere Komponenten aufgelöst, die in der Siegbahnschen Bezeichnungsweise am Schlusse der Wellenlängentabelle aufgeführt sind. Für die Systematik und Einordnung dieser Linien in die Kombinationsschemata gilt das schon bei anderen Elementen bemerkte[2]. — Die Absorptionsgrenze K_m ist von Wagner [208] und Fricke [222] gemessen worden. Letzterer gibt an $K_m = 3.0633$ A. Für die Ionisierungs- bzw. Anregungspotentiale liegen einige Berechnungen und Messungen vor von Mc Lennan und Young [215], Mohler, Foote und Stimson [219], sowie Mohler, Foote und Meggers [220]. Man vgl. auch Franck [230]. Es wird gefunden für die Linie 6575 die Anr.-Spann. berechnet V 1.88, beob. 1.90, für 4227 desgl. V 2.92 beob. 2.85, für 2028, ber. V 6.09, beob. 6.01, letzteres als Ionisierungsspannung. In diesen Zusammenhang gehören wohl auch die Beobachtungen von Moore [236] über die Anregung von Linien im Bogen kleiner Spannung, sowie Chrisler [232], Saha [226] bringt diese Daten in Zusammenhang mit der Temperatur.

Bandenspektra.

Die Bandenspektra von Ca und seinen Verbindungen sind nicht erheblich geklärt worden. Die große Schwierigkeit ist, daß gleichzeitig meist mehrere von den möglichen Bandensystemen, — Metall, Oxyd, Chlorid usw. —, die alle sehr bandenreich sind, sich übereinander lagern, und ein starker kontinuierlicher Grund das Bild noch unklarer macht. Verschiedene veröffentlichte Photographien (Eder und Valenta, Harnack, Eagle) zeigen das sehr deutlich, und machen die Klage verschiedener Beobachter (Harnack, Eagle), daß man solche Spektra nicht durch Zahlenangaben beschreiben könne, verständlich. So sind denn auch fast alle Zahlenangaben sehr schwankend und zweifelhaft, ebenso die Zugehörigkeit der meisten Banden.

Es seien zunächst die neueren Arbeiten in zeitlicher Reihenfolge kurz besprochen: King [131] bringt in seinen Kohleofen metallisches Ca in Wasserstoffatmosphäre und beobachtet Banden mit Kanten bei 5934, 5816, 5543. Er sagt, die beiden ersten würden durch Eder und Valenta dem Chlorid, das dritte dem Oxyd zugeschrieben. Da aber in seinem Ofen weder Chlorid noch Oxyd hätte vorhanden sein können, müßten die Banden vom Metall oder vom

1) Zusatz bei der Korrektur: In seinem Report on series in line spectra, London 1922 gibt A. Fowler eine neue Berechnung der Serien und der Terme, und die Zahlen von Saunders verbessert.

2) Vgl. auch K. Wentzel, Die Naturwissenschaften 10 p. 369—381 1922.

Hydrid herrühren. — Wir werden sehen, daß sie trotzdem auch heute so erklärt werden, wie damals.

Barnes [134] brennt den Ca-Bogen im Vakuum und erhält dabei eine große Reihe von Banden, deren Kanten er zwischen 6432 und 6173 mißt. Darunter befinden sich die Kanten bei 6382 und 6389, die Olmsted (siehe Bd. V, p. 262) als Hydridbanden erklärt hatte, und die im Sonnenspektrum gefunden waren. Barnes [146] bezweifelt dann ihre Zugehörigkeit zu einer Wasserstoffverbindung. Sie entstehen am besten im Vakuum; eine Atmosphäre von H oder N beeinflußt sie nicht wesentlich, während eine solche von Luft oder SO_2 sie sofort verschwinden lasse. Er meint, sie gehörten zum Metall.

Eingehende Untersuchungen führt Harnack [159] aus: er verdampft 1. metallisches Ca (auch Nitrat) in der O-H-Flamme; 2. Calciumchlorid in derselben Flamme; 3. Calcium in der Cl-H-Flamme. Es zeigt sich, daß 1 und 3 keine Bande gemein haben, während 2. ein Gemisch der Banden von 1 und 3 gibt. Also wird geschlossen, daß 3 die Banden vom Chlorid zeige. Zweifelhaft wird die Sache im Ultraviolett, wo nicht alle Banden von 3 sich auch in 2 vorfinden.

Eder und Valenta [154] besprechen das Spektrum der Salze im Bunsenbrenner, in der Sauerstoffleuchtgasflamme (p. 13), im Bogen (p. 26). Die entstehenden Spektra werden dem Oxyd zugeschrieben. Ferner finden sich Tafeln und Zahlenangaben für Flammenspektra vom Chlorid, Bromid, Jodid, Fluorid und ebenso für die Bogenspektra.

Exner und Haschek [153] haben $CaCl_2$ im Bogen benutzt und Bandengruppen erhalten, deren Wellenlängen sie ohne weitere Bemerkung über den Ursprung angeben. Es handelt sich um die dem Chlorid zugeschriebene Gruppe, die bei 4954 beginnt. — Harnack [180] bläst durch einen Funken einen mit Salzstaub gemischten Gasstrom, wodurch eine Art Flamme entsteht, welche schöne Spektra zeigt; es wird auch das Spektrum von $CaCl_2$ untersucht und zwar im O und im H-Strom. In ersterem erscheinen Chloridbanden und die anderen, in H nur die ersteren; also gehörten die so viel umstrittenen Banden zum Oxyd, nicht zum Metall selbst.

King [196] findet, daß die Banden 6382.2 und 6389.2, abschattiert nach Violett, und eine schwächere Gruppe, in der zwei Kanten bei etwa 6902 und 6919 hervortreten, zwar im Vakuumrohr erzeugt werden, — offenbar von Resten von Wasserstoff, — aber wesentlich heller sind, wenn man Wasserstoff einläßt. Sie rühren also von einem Hydrid her.

Im folgenden seien zuerst die Messungen für Ca oder CaO von Harnack und von Eder und Valenta zusammengestellt. Bei einigen Kanten ist die Übereinstimmung gut, meist herzlich schlecht. Man sieht nur, daß es es sich um dasselbe schwer faßbare Spektrum handelt, wo die Autoren verschiedene Punkte messen, bald die Mitte, bald den Anfang, bald das Maximum. Mit Olmsted (siehe Bd. V) stimmt Harnack viel besser überein. Es bedeutet A wahrscheinlich „Anfang“, — der Autor erklärt das Zeichen nicht, — KR und

KV die Kante einer nach Rot oder Violett laufenden Bande. Ich habe bei Harnack das Mittel aus den zwei von ihm gegebenen Zahlenreihen genommen.

Harnack	Eder u. Valenta	Harnack	Eder u. Valenta	Harnack	Eder u. Valenta
	6640	5494 A	5470	4055	4042
6512 A	6550	5482 Max	5430	4002 KV	4000
6459 Max	6442	—	5410	3968 KV	3970
6369 A	—	5376 KV?	5370	3906 KV	3900
6318 A	—	4580 Max	—	3883 KV	3880
6258 Max	6265	4559 KV	4550	3873	—
6098 A	6075	4540 KV	—	3857 KV	3858
6085 KR	6084	4533 KV	—	3852 KV	—
6022 KR	—	4517 Max	—	3774 KV	3774
6009 KR	—	4501	4465	3754 KV	3754
5986 KR	5983	—	4440	3714	—
5957 KR	—	4403 KV	—	3691 KV	3687
	5817	4385 KV	4390	3657 KV	3656
5733 A	5728	4367 KV	4365	3585 KV?	
5719 KV	5680	4352 KV	4352	3563 KV?	—
5570 A	5587	—	4325	3497 KV	3494
5556 KV	—	4204 KV	—	3473 KV	—
5547 KV	5548	4127 KV	4122		3439
5535 Max	5520	4105 KV	4108		
—	5517	4084 KV	4084		

Nicht besser ist die Übereinstimmung für die Chloridbanden, die sich in der folgenden Tabelle finden. Eder und Valenta geben Zahlen für Flamme und Bogen.

Harnack	Eder u. Valenta Bogen	Eder u. Valenta Flamme	Harnack	Eder u. Valenta Bogen	Eder u. Valenta Flamme
	6362		—	6083 K	
6349 KR	6345 KV		6074 Bd	6076	6080
—	6334 KV	6328	6066 Bd	6068 K	
6320 KR	6319 KV	—	6048 Bd	6048	6044
—	6307 KV	6302	5986 Max		5983
—	6259 KV	—	5811 KV?		5810
—	6249 K	—	5703?		
—	6237 K	—	4055 A		4050
6220	6225 K	—	4007 A		—
6210	6212 K	6202	3995 A		3990
6191 KR	—	—	3944 A		3961
6182 KR	—	6180	3925 A		3934
—	6098 K	—	3900 Max		3907

Harnack	Eder u. Valenta Flamme	Harnack	Eder u. Valenta Flamme
3876 A	3875	3801 KV	3771
3868 A	—	3754 KV	3760
3838 Max	3840	3745 KV	3722
3830 KV	3828	3693 KV	3687
3812 KV	—	3687 KV	3652

Um was es sich handelt, zeigt die folgende Tabelle, welche die Messungen von Exner und Haschek im Bogen gibt; jede Zahl bedeutet die Kante einer nach Violett abschattierten Bande. Es handelt sich also um Bandengruppen; was Harnack z. B. mit 5936 bezeichnet, ist die letzte Kante einer nach Rot laufenden Bandengruppe, deren letztes Glied Exner und Haschek bei 5962 messen. Ebenso ist Harnack 6182 die Bandengruppe 6181 bis 6185, 6191 die 6191—6193, 6210 die 6206—6211. Die Angaben sind alle im Rowlandschen System gemacht.

6211.7	6207.5	6193.5	6183.0	5983.3	5951.6	5941.5
10.6	06.9	92.7	82.2	5962.1	49.4	39.8
09.7	06.5	91.8	81.5	59.3	47.4	38.3
08.9		6184.9	81.0	56.5	45.2	36.8
08.1		83.9		54.0	5943.8	35.6
						34.2

Für die Banden des Bromid und Jodid geben Olmsted [94] und Eder und Valenta [154] Tabellen. Die Spektren sind sehr unklar, so daß ich den Zahlen geringen Wert beilege und sie nicht bringe.

Das einzige wirklich bekannte Spektrum einer Calciumverbindung ist das des Fluorids, für das die Tabellen schon in Band V, p. 260 gegeben sind. Es hat besonderes Interesse dadurch gewonnen, daß Dufour [133] an ihm den Zeemaneffekt beobachtet hat, zum erstenmal an einem Bandenspektrum. Die weitere Untersuchung in zahlreichen Arbeiten [133, 141, 151, 152] zeigte, daß außer dem normalen Zeemaneffekt auch der anormale, — der positive, wie Dufour sagt, — vorkommt, bei dem der Polarisationszustand der Komponenten so ist, als ob ein positives Emissionszentrum vorhanden sei. Dabei verhalten sich die verschiedenen Kanten verschieden: D″ (nach Bezeichnung von Fabry) ist im Feld parallel den Kraftlinien anormal, D, D′ und C normal; senkrecht zu den Kraftlinien geben D′ und D″ anormale Quadruplets, D und C nur Paare. Dufour findet, daß auch die Zerlegung dissymetrisch sei; aber auf genaueres Detail soll nicht eingegangen werden. Er findet endlich, daß das Chlorür ähnliche Erscheinungen bietet: die Bänder bei 6181 und 6192 liefern anormale Zerlegung, 6206 normale.

Datta [229] fügt noch vier neue Kantenserien bei kleineren Wellenlängen hinzu, berechnet Formeln für die Serien in den Fluoriden aller Erdalkalien und des Magnesiums, und sucht nach Beziehungen zwischen den Konstanten der Serien und den Molekulargewichten der Salze.

Während die Bandenspektra sich unter Druck im allgemeinen nicht verschieben, tritt das bei den Fluoriden ein, wie Rossi [140] zeigt. Das Band D, λ 6037 verschiebt sich pro Atmosphäre um 0.0105 A, das Band D′, λ 6051, um 0.0078, endlich D″, λ 6064 um 0.0103 A. Rossi hat die Bänder immer umgekehrt gefunden

CADMIUM (Cd 112,40, Z 48).

Literatur.

[127] A. Pospielow, Über die Emissionsspektra der verschiedenen Teile des Glimmstromes in Kadmium- und Zink-Dämpfen. Verh. Physik Ges 9 p 333—340 1907

[128] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 511—524 (1909).

[129] F. Paschen, Über die Seriensysteme in den Spektren von Zink, Kadmium und Quecksilber. Ann. d. Phys. (4) 30 p. 746—754 1909.

[130] R. W. Wood and D. V. Guthrie, The ultra-violet absorption spectra of certain metallic vapours and their mixtures. Astrophys J. 29 p 211 223 1909.

[131] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 1077 1100 (1909).

[132] T. M. Lowry, A method of producing an intense cadmium spectrum, with a proposal for the use of mercury and cadmium as standards in refractometry. Phil. Mag. (6) 18 p. 320—327 (1909).

[133] F. Paschen, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra III. Ann de Phys (4 33 p. 717—738 (1910).

[134] P. Eversheim, Bestimmung einiger Normallinien im He-Spektrum. Zs f. wiss. Photogr. 8 p. 148—150 (1910.

[135] P. Joye, Influence de l'intensité maximum du courant sur le spectre de la décharge oscillante. Ann. chim. et phys. (8) 21 p. 148—197 (1910).

[136] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910.

[137] A. de Gramont, Sur la place des raies ultimes dans les séries spectrales C. R 151 p. 308—311 (1910).

[138] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Leipzig und Wien bei Deuticke 1911, 1912.

[139] P. P. Koch, Über die Messung der Intensitätsverteilung in Spektrallinien. I. Ann. d. Phys. (4) 34 p. 377—444 (1911).

[140] F. Paschen, Über die Seriensysteme in den Spektren von Zink, Kadmium und Quecksilber. II. Ann. d. Phys. (4) 35 p. 860—880 1911.

[141] H. Lunelund, Über die Struktur einiger Spektrallinien und ihren Zeeman-Effekt in schwachen Magnetfeldern. Ann. d. Phys. (4 34 p 505 542 (1911.

[142] J. Meunier, Sur le spectre de combustion des hydrocarbures et de différents métaux. C. R. 152 p. 1760—1762 (1911).

[143] B. Dunz, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien. Dissert Tübingen 1911.

[144] G. Wendt, Untersuchungen von Quecksilberlinien Dissert. Tübingen 1911.

[145] E. E. Mogendorff, Summation and differential vibrations in line spectra. Versl. K. Akad. Wetensch. Amst. 1911 p. 470—481. — Spectraalreeksen, Diss. Amsterdam 1906.

[146] M. Hicks, A critical study of spectral series. Part II. The p- and s-sequences and the atomic volume term. Phil. Trans. A 212 p. 33—73 (1912).

[147] J. Stark, Bemerkung zu einer Abhandlung des Herrn Paschen über die Seriensysteme in den Spektren von Zink, Kadmium und Quecksilber. Ann. d. Phys. (4) 39 p. 1612—1616 (1912).

[148] J. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of the vapours of some metals and metallic chlorides. Part I. Proc. Roy. Soc. Dublin (2 13 p. 202—218 (1912.

149] H. Oellers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspektrum verchiedener Metalle. Dissert. Münster 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 374—392, 393—432 (1912).

[150 Ch. Wali Mohammad, Untersuchungen über die Struktur und magnetische Zer-igung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. Dissert. Göttingen 1912; Ann. d. Phys.) 39 p. 225—250 (1912); Astrophys. J. 39 p. 185—203 (1914).

151] G. Wiedmann, Über die Linienspektren von Quecksilber, Kadmium und Zink, auptsächlich im Rot. Dissert. Tübingen 1912.

152 Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities roducing these lines, ... Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).

[153] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektra. Ann. d. Phys. (4) 39 p. 53—79 (1912).

154] E. E. Howson, Band spectra of aluminium, cadmium and zinc. Astrophys. J. 6 p. 286—292 (1912).

[155] H. Könemann, Die Verteilung der Emission in dem Bogen zwischen Metalltäben für Wellenlängen unterhalb λ 4000. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 65—76, 123—143 (1913).

[156 F. Paschen, Über die Seriensysteme in den Spektren von Zink, Kadmium und Quecksilber. Ann. d. Phys. (4) 40 p. 602—605 (1913).

[157] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach dem internationalen System. Wien. Ber. 122 IIa p. 607—633 (1913).

158] W. Huppers, Neue Messungen der Bogenspektra einiger Metalle unterhalb 3200. Dissert. Münster 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 46—88 (1913).

[159] B. Reismann, Die Unterschiede der Polspektra verschiedener Elemente im Geißlerrohr. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 269—312 [1913].

[160 K. Wolff, Untersuchungen im äußersten Ultraviolett. Ann. d. Phys. (4) 42 p. 825—839 (1913).

[161] P. P. Koch, Über die Messung der Intensitätsverteilung in Spektrallinien. II. Ann. d. Phys. (4) 42 p. 1—29 (1913).

162] W. Wiechern, Experimentelle und theoretische Untersuchungen über die teilweise Polarisation des im Magnetfelde emittierten Lichtes. Diss. 43 pp. Göttingen 1913.

163] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part III. The atomic weight erm an its import in the constitution of spectra. Phil. Trans. A 213 p. 323—420 (1913).

[164] F. Paschen, Bemerkung zur Arbeit des Herrn K. Wolff. Ann. d. Phys. (4) 42 p. 840—842 (1913).

[165] F. Klein, Das Bogen- und Funkenspektrum von Blei in I.A. Diss. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 16—30 (1913).

[166] R. J. Strutt, Duration of luminosity of electric discharge in gases and vapours Proc. Roy. Soc. A 88 p. 110—117 (1913).

[167] R. Benoit, Ch. Fabry et A. Perot, Nouvelle détermination du rapport des longueurs d'onde fondamentales avec l'unité métrique. Extrait du tome XV des trav. et mém. du Bur. intern. des poids et mesures. Paris 1913, 150 pp. gr. 4°.

[168] J. de Kowalski, Sur les différents spectres du mercure, du cadmium et du zinc. C. R. 158 p. 788—789 (1914). — Arch. de Genève (4) 37 p. 265—267 (1914).

[169] A. Ignatieff, Interferometrische Wellenlängenmessungen im Ultrarot. Ann. d. Phys. (4) 43 p. 1117—1136 (1914).

[170] Theo Volk, Wellenlängennormalen im Ultrarot von Quecksilber, Zink, Kadmium... Dissert. Tübingen 1914.

[171] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelle de quelques éléments. C. R. 158 p. 1416—1419 (1914).

[172] L. Janicki und R. Seeliger, Über die Lichtemission von Metalldämpfen in der Glimmentladung. Ann. d. Phys. (4) 44 p. 1151—1168 (1914).

[173] R. J. Strutt, Luminous vapours destilled from the arc with application to the study of spectrum series and their origin. Proc. Roy. Soc. A 91 p. 92—108 (1914).

[174] J. Malmer, The high-frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) 28 p. 787—794 (1914).

[175] E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 46 p. 868—892 (1915).

[176] A. T. Williams, Investigaciones experimentales sobre los espectros de la descarga oscillante. Diss. Buenos Aires. 232 pp. 1915.

[177] J. C. McLennan and J. P. Henderson, Ionisation potentials of mercury, cadmium and zinc and the many lined spectra of these elements. Proc. Roy. Soc. A 91 p. 485—491 1915.

[178] Ivar Malmer, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektra der Elemente. Diss. 64 pp. Lund, Lindstedts Univ. Bokhandel 1915.

[179] T. Takamine, On the structure of some spectrum lines of bismuth and cadmium. Proc. Tokyō. Math. Phys. Soc. (2) 8 p. 51—58 (1915).

[180] T. Takamine, Comparison of wave lenght of the neon line λ 6402 with that of the cadmium line λ 6438 by the method of coincidence of interference points. Proc. Tokyō. Math. Phys. Soc. (2) 8 p. 9—12 (1915).

[181] H. J. S. Sand, The cadmium-vapor-arc-lamp. Chem. News 112 p. 161 (1915).

[182] J. C. Mc Lennan and E. Edwards, On the absorption spectra of mercury, cadmium and zinc vapours. Phil. Mag. (6) 30 p. 695—700 (1915).

[183] E. J. Evans, Some observations on the absorption spectra of the vapours of inorganic salts. Phil. Mag. (6) 31 p. 55—62 (1916).

[184] W. O. Sawtelle, The electric spark. Astrophys. J. 42 p. 163—171 1915.

[185] F. A. Saunders, Notes on certain ultra-violet spectra. Astrophys. J. 43 p. 234—242 (1916).

[186] J. C. Mc Lennan, On the Bunsen flame spectra of metallic vapours. Proc. Roy. Soc. A 92 p. 584—590 (1916).

[187] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 (1916). — Dissert. Lund. 49 pp. 1916.

[188] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. Jahrb. Radioakt. 13 p. 296—341 (1916).

[189] Mr. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X suivie du Br au Bi. C. R. 163 p. 81—90 (1916).

[190] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some of the chemical elements for high frequency X-rays. Phys. Rev. (2) 10 p. 697—704 (1917).

[191] A. M. Johansen, Eine neue Formel für Berechnung von Serien in Linienspektren. Ark. Mat. Astron. Fysik. 12, Nr. 6, 1917.

[192] A. Hagenbach und W. Frey, Spektroskopisches über elektrodenlose Ringentladung durch elektrische Schwingungen. Phys. Zs. 18 p. 544—546 (1917).

[193] T. Takamine and Sh. Nitta, The spark and the vacuum arc spectra of some metals in the extreme ultraviolet. Mem. Kyoto 2 p. 117—135 (1917).

[194] J. C. Mc Lennan and H. J. C. Ireton, On fundamental frequencies in the spectra of various elements. Phil. Mag. (6) 36 p. 461—471 (1918).

[195] J. T. Tate and P. D. Foote, Resonance and ionisation potentials for electrons in metallic vapors. Phil. Mag. (6) 36 p. 64—75 (1918).

[196] J. Tate and P. D. Foote, Resonance and ionisation potentials for electrons in cadmium vapour. Bull. Bur. Stand. 14 p. 478—486 (1918).

[197] J. N. Collie and H. E. Watson, On the spectrum of cadmium in the inactive gases. Proc. Roy. Soc. A 95 p. 83—99 (1918).

[198] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. (2) 14 p. 516—521 (1919).

[199] M. Siegbahn und E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen. Phys. Zs. 20 p. 254—256 (1919).

[201] E. Carter and A. S. King, A further study of metallic spectra produced in high vacua. Astrophys. J. 49 p. 224—236 (1919). Mt. Wilson Contrib. 166.

[202] A. Hagenbach und H. Schumacher, Das Linienspektrum des Kadmium und des Zink in der elektrodenlosen Ringentladung. Zs. f. wiss. Photogr. 19 p. 129—148 (1919).

[203] R. C. Dearle, Emission and absorption in the infra-red spectra of mercury, zinc and cadmium. Proc. Roy. Soc. A 95 p. 280—299 (1919).

[204] J. C. Mc Lennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultra-violet. Proc. Roy. Soc. A 95 p. 316—332 (1919).

[205] Fr. Bates, A new cadmium vapour arc lamp. Phil. Mag. (6) 39 p. 353—358 (1920).
[206] H. J. S. Sand, On the cadmium-vapour arc lamp. Phil. Mag. (6) 39 p. 678 (1920).
[207] Sir J. J. Dobbie and J. J. Fox, The absorption of light by elements in the state of vapour.... Proc. Roy. Soc. A 98 p. 147—153 (1920).
[208] F. L. Mohler, P. D. Foote, W. F. Meggers, Resonance potentials and low-voltage arcs for metals of the second group of the periodic table. Sc. pap. Bur. of Stand. Nr. 403 (1920), Bull. 16 p. 725—737 (1920). Vgl. auch Journ. opt. Soc. 4 p. 364—371 (1920).
[209] A. Sommerfeld, Allgemeine spektroskopische Gesetze, insbesondere ein magnetoptischer Zerlegungssatz. Ann. d. Phys. (4) 63 p. 221—263 (1920).
[210] E. Fues, Vergleich zwischen den Funkenspektren der Erdalkalien und den Bogenspektren der Alkalien. Ann. d. Phys. (4) 63 p. 1—27 (1920).
[211] J. C. Mc Lennan, J. F. T. Young and H. C. Ireton, Arc spectra in vacuo and spark spectra in helium of various elements. Proc. Roy. Soc. A 98 p. 95—108 (1920).
[212] F. Frommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. Dissert. Tübingen 1920 (Manuskr.).
[213] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Zs. f. Physik 3 p. 262—284 (1920).
[214] L. et E. Bloch, Sur quelques spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. C. R. 172 p. 803—805 (1921).
[215] J. Franck, Über Lichtanregung und Ionisation von Atomen und Molekülen durch Stöße langsamer Elektronen. Phys. Zs. 22 p. 409—414 (1921).
[216] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. f. Physik 7 p. 341—350 (1921).
[217] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. Journ. de phys. et le Radium (6) 2 p. 229—257 (1921).
[218] B. E. Moore, Excitation stages in open arc light spectra. Part II. Astrophys. J. 54 p. 246—272 (1921).
[219] A. de Gramont et G. A. Hemsalech, Sur le rôle des actions électriques dans l'émission et l'apparence de certain types de raies du spectre du magnésium. C. R. 173 p. 505—511 (1921).
[220] H. Bracchetti, Über die kathodische Herstellung von Metallspiegeln. Dissert. Münster 1921. (Manuskr.)
[221] F. Paschen und E. Back, Liniengruppen magnetisch vervollständigt. Physica 1 p. 261—273 (1921).
[222] E. Carter, Character of the spectra produced by high potential sparks in a vacuum. Phys. Rev. 17 p. 480 (1921).
[223] J. St. van der Lingen, Die Fluoreszenz des Kadmiumdampfes. Zs. f. Physik 6 p. 403—404 (1921).
[225] W. F. Meggers and K. Burns, Spectroscopic notes. I. Standard wave lengths in the cadmium spectrum. — (Manuscr. 1922.)
[226] A. Fowler, Report on series in line spectra. The Physical Soc. of London. Fleetway Press, 1922.
[227] Annual Report of the director of the Mount Wilson observatory. Jahrbuch der Carnegie-Institution für 1921 p. 215—294.
[228] F. M. Walters, Wave-lengths measurements in arc spectra photographed in the yellow, red and infra-red. Sc. Pap. Bur. Stand. Nr. 411 (1921).

In Bd. V ist bereits auf Grund der vorläufigen Publikation von Benoit, Fabry und Buisson [118] über die Bestimmung der absoluten Wellenlänge der roten Cadmiumlinie berichtet worden, die 1907 von der damaligen International Union zur Grundlage aller Wellenlängenmessungen gemacht worden ist. Inzwischen ist die ausführliche Publikation erschienen [167]. Die Schlußzahlen ändern sich nicht. Als Lichtquelle diente eine mit transformiertem Wechselstrom betriebene erwärmte Cadmiumröhre nach Michelson. Auf 15° C

und 760 mm Druck (trockene Luft) bezogen kommt der Wert λ = 6438.4696, während Michelson und Benoit früher gefunden hatten 6438.4722. Dieser letztere Wert vergrößert sich durch Anbringung einer Korrektur für das 1893 benutzte Thermometer auf 6438.4727. Nimmt man an, daß damals eine relative Feuchtigkeit von 70% im Laboratorium geherrscht habe, so verkleinert sich endlich diese Zahl auf 6428.4695. Der adoptierte Wert ist 6438.4696.

Eine Anzahl weiterer Cd-Linien sind interferometrisch als Normalen zweiter Ordnung gemessen worden. Ignatieff [169] hat eine der von ihm gemessenen Linien sogar mittels der phosphorographischen Methode interferometrisch bestimmt, Eversheim [134] hat die Linien λ 4800 und λ 4678, ebenfalls mit Interferometer, gemessen. Endlich haben Meggers und Burns [225] in sehr sorgfältiger Weise einige Cadmiumlinien unter Benutzung verschiedener Etalons neu gemessen. Ihre in der folgenden Tabelle mit angeführten Zahlen dürften auf etwa 0.001 A.E. sicher sein, obwohl eine Anzahl der gemessenen Kadmiumlinien zusammengesetzt sind. Bei dem interferometrischen Verfahren überwiegt aber die Hauptkomponente so stark, und bei Benutzung verschiedener Etalons kompensieren sich die Einflüsse der Trabanten der Hauptlinie so sehr, daß die Endresultate immer wieder in der gleichen Weise herauskommen. Aus diesem Grunde werden auch von Meggers und Burns die gemessenen Cd-Linien als Normalen zweiter Ordnung vorgeschlagen.

Die z. T. bedeutenden Abweichungen gegen die Mittel der früheren Messungen erklären sich wahrscheinlich daraus, daß als Lichtquelle eine Cadmiumröhre diente, während die anderen Messungen sich auf den Bogen in Luft beziehen, der unscharfe Linien liefert, vielleicht auch Druckverschiebung aufweist.

Eine Anzahl relativer Messungen sind in neuerer Zeit für den Bogen und Funken in Luft ausgeführt worden. Paschen [129, 133] ist bis zu der Linie $\lambda = 3.9\ \mu$ ins Ultrarot vorgedrungen, Volk [170] hat eine Anzahl ultraroter Linien mittels Bolometer und Vakuumapparat gemessen, Walters [228] photographisch zwischen λ 10395 und λ 6099. Auch Lehmann [153] hat eine Anzahl ultraroter Linien gefunden, deren Zahlenwerte hier wegen der geringen Genauigkeit nicht mit angeführt sind. Weiter abwärts hat Paschen [140] bis λ 4307 gemessen. Im Bereiche 8202—5181 gibt Wiedmann [151] Messungen am Spektrum einer Quarzglaslampe, bezogen auf die von Hartmann berechneten Normalen. Die Zahlen sind in der Tabelle angeführt unter Kürzung um eine Stelle und Umrechnung auf I. A. Auch Eder und Valenta [128, 131] haben einzelne Linien neu bestimmt, Exner und Haschek [138] ihre alten Messungen an Funken und Bogen ergänzt. Hagenbach und Frey [192] sowie Hagenbach und Schumacher [202] benutzen die elektrodenlose Ringentladung in einer Quarzkugel, in der durch Erhitzen Cd-Dampf entwickelt wird. Es entsteht ein sehr linienreiches Spektrum, das ein Gemisch von Bogen -und Funkenspektrum, jedoch mit vielfach geänderten

Intensitäten darstellt. Aus der ausführlichen Liste der Linien zwischen λ 6467 und λ 2183 sind hier nur diejenigen angegeben, welche neu sind.

5711.0	2	5142.1	3	4742.2	10	3979.5	2	3582.7	1	3030.6	3	2469.8	10
5450.0	1	4881.8	10	13.2	1	72.0	4	18.86	3	2973.8	10	36.25	3
5350.8	9	60.2	6	00.3	1	3817.6	2	3439.31	3	25.3	2		
5289.0	1	33.3	4	4535.3	7	3722.5	1	21.0	2	2707.14	5		
69.5	10	29.1	4	4499.6	1	3666.36	1	19.3	4	2551.6	2u		
5194.1	2	4768.3	1	39.2	10	61.98	1	3338.63	6	50.8	7		
86.0	1	54.4	1	4284.9	10	45.0	2	37.02	3	18.8	1		

Auch Huppers [158] mißt mittels Quarz-Prismenapparates das Bogenspektrum des Cd. Da er mit geringer Stromstärke und kleinem Bogen arbeitet, so erhält er im Ultraviolett eine Anzahl sonst nur im Funken beobachteter Linien mit einer Genauigkeit von 1—2 Hunderteln. Außer den in der Tabelle angeführten Linien gibt er die folgenden sonst nicht beobachteten:

3154.67	1u	2758.78	3u	2560.13	1	2479.87	1	2412.63	1u	2346.64	1
3063.73	2v	53.91	1u	45.68	1u	78.44	1u	2386.59	1	45.51	4v
39.55	4	2584.88	1r	40.08	1u	72.11	1u	60.66	1u	37.54	2v
2982.60	1u	73.51	1	28.57	1	21.24	1u	49.86	1	15.81	2
2780.16	1u	66.10	2u	18.78	1u	19.25	2u	47.65	1	2230.40	1

Weiter führt Fowler [226] in seinem Buche einige Messungen von Serienlinien durch Saunders an, die ihm dieser mitteilte. Auch diese Messungen sind in die Tabelle aufgenommen. Im Ultraviolett endlich liegen eine ganze Anzahl von neuen Messungen vor. Saunders [185], Mc Lennan und Edwards [182], Takamine und Nitta [193], Wolff [160], Mc Lennan, Ainslie und Fuller [204], Mc Lennan, Young und Ireton [211] sowie die beiden Bloch [171, 214] haben hier bis etwa λ 1415 abwärts gemessen.

In der folgenden Tabelle sind alle diese Messungen zusammengestellt, unterhalb λ 8000 ist alles auf I.A. reduziert.

Die neuen Messungen hören bei λ 4300 sämtlich auf, und von da an sind die Mittelwerte der bisherigen Messungen für Bogen und Funken aufgeführt. Die vorliegenden Messungen sind recht dürftig. Für den Bogen ist nur die alte Messung von Kayser und Runge [1891!] und von Exner und Haschek vorhanden, für den Funken von Eder und Valenta und Exner und Haschek. Dabei sind Eder und Valentas Linien mit der Intensität 1 fortgelassen, sowie die mit der Intensität 2, falls sie allein diese Linien führen. Doch sind zum Bogen die wenigen Linien, die Huppers [158] bei längeren Wellen gibt, hinzugenommen. Da die Cd-Linien vielfach sehr unscharf sind, so wird in vielen Fällen der Mittelwert kaum auf 0.1 A genau sein. Von 2329 an sind dann die neuen Messungen von Eder [157] und die letzten Wellenlängen von Huppers [158] angeführt. Bei λ 2200 endigen die Mittelwerte, und es kommen nun die kurzwelligen modernen Messungen. Wie Hale in [227] mitteilt, hat King die Wellenlängen des Cd-Spektrums im elektrischen Ofen neu bestimmt. Die Messung ist indes bis jetzt noch nicht bekannt gegeben.

		Paschen [124, 129, 140]		Volk I. A. [170] Walters [228]		Exner u. Haschek Bogen [138]	Eder u. Valenta Funke [128]	Exner u. Haschek Funke [138]	Wiedmann [151]	
4P—5P	39086	9 ± 3								1) C
$3d_1$—4∆p	16482	2		2.72	6					TH
$3d_2$—4∆p	433	3		1.82	6					TH
$3d_3$—4∆p	401	5		2.73	2					TH
3D—4∆p	15713	5		1.12	7					C
	238	0		—						2)
2.5S—3P	154	78		4.55	14					C
$3p_1$—$4d_1$	14853	9		49.30	2					C
1.5s—$3p_3$	474	62	d	2.55	8					TH, C
$3p_3$—$4d_3$	354	45		—						C
1.5s—$3p_2$	327	90		7.47	23					TH C
1.5s—$3p_1$	13979	22		3.78	28					TH
$3d_1$—5∆p	11630	3		—						TH
3D—5∆p	268	4		—						C
2P—2.5S	10395	17		4.56	70					3) 5) EHN, C
2.5S—4P	8202		—	00.07	1u				2 5	C
1.5s—$4p_3$	7399	2	5	—					—	
	96		—	96.67	1u				3.6 4	4) 5)
1.5s—$4p_2$	85	3	10	82.82	2u					TH
	82		—	—					2.22 6	TH
1.5s—$4p_1$	46		—	46.01	1u				5.83 8	TH
1.5s—4P	7132	26	3	—					1.95 3	C
2.5S—5P	6778	10	3	77.66	2u				8.09 3	C
	27		—	—			7.64 5			
	6468		—	—			8.48 10	8.8 1u		
	65		—	—			5.48 10	4.6 1u		
2P—3D	38		—	38.47	10	8.49 100	8.50 10	8.9 200R	8.50 10	6) EHN
2P—$3d_3$	6329	97	3	29.91	5	—		—	9.94 3	C
2P—$3d_2$	25		—	25.05	7u	—		5.2 1u	5.19 6	C
2.5S—6P	6198	26	2	—		—		—	8.18 2	C
	65		—	65.28	3u	—		—		
1.5s—$5p_3$	28	68	2	—		—		—	8.58 2	TH
1.5s—$5p_2$	16	19	4	16.10	1u	—		—	6.14 2	TH
1.5s—$5p_1$	11	52	6	12.05	2u	—			1.47 3	TH
1.5s—5P	6099	18	3	99.90	3u	—			9.10 5	C
2.5S—7P	31	37	3			—			1.41 3	
	5895	8	1			—			5.7 1	

1) Messung von Paschen [133].

2) Nicht eingeordnet.

3) Diese Linie mißt Ignatieff [169] interferometrisch zu 10394.68 ± 0.02.

4) Wahrscheinlich sind hier nicht zwei Linien, sondern nur eine mit schlechten Messungen. In [130] mißt Paschen 7398. Dasselbe gilt wahrscheinlich von folgenden Linien, wo Paschen 7385, Wiedmann 7382 hat.

5) Von hier ab sind die Angaben auf I. A. umgerechnet.

6) Diese Linie ist die »rote Cadmiumlinie«, die als Fundamentallinie für alle spektroskopischen Messungen adoptiert ist. Ihre Wellenlänge beträgt nach den Messungen von Benoit, Fabry und Perot gemäß internationaler Übereinkunft für trockene Luft, 15°C und 760 mm Druck: 6438.4696.

8) Walters [228] gibt 10395.22 1u.

		Paschen [124, 129, 140]	Exner u. Haschek Bogen [138]	Eder u. Valenta Funke [131]	Exner u. Haschek Funke [138]	Wiedmann [151]	Mittel Bogen	Mittel Funke	Saunders [226]	
	5784	02 2	—		—	8.89 2				
	62	—	—		2.5 1u	—				
	5761	—	—		1.56 1	—				
	36	—	—		6.7 1u	—				
—8P	16	—	—		—	6.— 1				C
	5673	—	—		3.9 1u	—				
	37	26 5	—		—	7.26 5				
—6p₃	06	85 1	—		—	6.87 1				TH
—6p₂	04	68 2	—		—	4.77 2				TH
6p₁	5598	77 3	—		—	8.89 3				TH
—9P	98		—		—	8.06 0				C
—6P	68	—	—		—	8.— 1				C
	5407	—	—		7.4 50u	—				
	5378	22 8		8.96 10	8.8 8u	8.14 8				
—6p	39	50 2	—	8.55 10	8.2 2u	9.52 2				TH
	37	48 8	—	—	—	7.43 8				
—7P	24		—	—	—	4.— 1				C
—2.5s	5297	65 8	—	—	—	7.74 8				C
	5182	—	—	—	—	2.— 1				
— 3.5S	54	—	4.8 1u	4.78 2	—					EHN
—1.5s	5085	—	5.92 100R	5.88 6	5.92 50r					[1] THN TH
—1.5s	4800	—	9.98 100R	9.92 7	0.17 100					[2] THN
—1.5s	4678	—	8.10 50	8.16 6	8.24 50					[2] THN
P—4D	62	—	2.6 5r	—	2.57 2r					[3] EHN
	15	5.75	—		—					[4]
P—4d₃	15	5.80	—							C
P—4d₂	14	4.17	—	—	—					C
	4511	1.84	—	—	—					
	4415	5.66	5.69 1	5.65 6	5.72 20					
—2.5S	13	8.06	8.04 8	8.08 2	8.04 2					C
P—4.5S	4307		7.0 2r		7.0 1u					EHN
	4298							8.7 2		
	72						—	2.7 8		
	71						—	1.0 8		
	45						—	5.6 4		
	16							6.9 6		
	4191						—	1.6 4		
	58						—	8.0 8		
	41						—	1.9 4		
P—5D	40						—	—	0.5	EIN
	27						—	7.0 4		
	16						—	6.6 8		

1) Meggers und Burns [225] finden für diese Linie als Mittelwert interferometrischer Messungen 5085.8230 ± 0.0005, während Michelson [51] 1895 gefunden hatte: 5085.8219 (umgerechnet).

2) Eversheim [184] mißt diese Linien interferometrisch 4799.922 und 4678.163; Meggers und Burns [225] erhalten aus besonders sorgfältigen Messungen 4799.9189 und 4678.1504.

3) Meggers und Bruns [225] finden interferometrisch 4662.3525.

4 Nicht eingeordnet.

		Mittel		Saunders [226]	Meggers u. Burns [225]	
		Bogen	Funke			
2P—5d₃	4114	—	4.5 3			C
	4094	—	4.8 4			
	4092		2.3 3			
	57	—	7.5 5			
	48	—	8.9 3			
	44		4.5 3			
	34		4.9 3			
	3998		3.9 3			
	91		1.8 3			
	88		8.2 4			
	84		4.6 2			
2P—5.5S	81	77 2r	—			EIIN
	77	—	7.3 5			
	76	—	6.6 5			
	58	—	8.8 5			
	50	—	0.8 3			
	40	—	0.3 5			
	35	—	5.5 3			
	19		9.4 3			
2P—6D	05			5 1		EIN
	3852		2.1 4			
2P—7.5S	18		—	8 5		EIIN
	08	—	3.0 3			
2p₁—3p₁	3729	08 4r				C [1]
2P—7.5S	28	2	—	3.2		EIIN [2]
2p₁—3D	3649	59 2r	—			C
2p₁—3d₃	14	45 7	4.4 7			TIN
2p₁—3d₂	12	92 8R	2.8 9		2.8748	TIN
2p₁—3d₁	10	54 10R	0.4 10R		0.5098	TIN
2p₂—3p₂	3595	49 1r	—			C
	85	—	5.67 5			
2p₂—3D	00	9.99 4r	0.0 3			C
	3498		3.89 4			
	81	—	1.71 4			
2p₂—3d₃	67	63 8R	7.62 11		7.6559	TIN
2p₂—3d₂	66	20 10R	6.20 8R		6.2010	TIN
	59	—	9.96 3			
	12	—	2.48 4			
2p₃—3d₃	03	66 10R	3.61 10		3.6529	TIN
	3385	—	5.5 3			
	3299	97 4	8.97 4R			
	85	—	5.98 2			
	83		3.82 4			
	73	—	3.96 2			
	69	—	9.76 3			
	64	—	4.5 3u			
1.5S—2p₃	61	05 10R	1.06 7			C [3]
2p₁—2.5s	52	50 8r	2.6 6u		2.5248	TIIN

1) Nach Fowler [226].
2) Bogen nach Fowler [226].
3) Klein mißt 3261.058.

		Mittel		Meggers u. Burns	
		Bogen	Funke	[225]	
	3250	—	0.29 8		
	48		8.32 2		
	47	—	7.57 3		
	41		1.66 3		
	36		6.67 2u		
	24		4.21 3		
	21		1.53 2		[1]
	17	—	7.76 3		
	15		5.95 4u		
	10		0.2 3u		
	01	—	1.8 3U		
	3197		7.8 3u		
	85	—	5.53 5		
	82	—	2.91 3u		
	78	—	3.56 3		
	61	—	1.8 4U		
	57	—	7.07 4		
	41		1.61 3		
$2p_2-2.5s$	33	26 2r	3.3 5r	3.167	TIIN
	29	—	9.28 5u		
	24	—	4.89 3		
	21	—	1.8 4u		
	18		8.9 4u		
	12	—	2.93 3		
	3095	—	5.50 5r		
	92		2.3 2		
	89		9.13 2		
	88		8.42 2		
	84		4.92 4r		
$2p_2-3.5S$	82	—	2.7 2U		C
$2p_3-2.5s$	80	96 3r	0.9 3r	0.8277	TIIN
	77	—	7.2 2		
	68	—	8.9 2r		
	65	—	5.0 4		
	63	73	—		[1]
	59	—	9.3 4u		
	53		3.1 3u		
	48	—	8.8 4u		
	39	55	—		[1]
	35	—	5.73 3		
	17	—	7.3 3		
	14	—	4.3 2u		
$2p_1-4p_1$	05	41 1r	—		C
	2996	—	6.05 3		
	87	—	7.2 3u		
$2p_1-4d_3$	81	89 1	—		TIN
$2p_1-4d_2$	81	34 4R	—		TIN
$2p_1-4d_1$	80	65 3R	0.7 6	0.6216	TIN
$2p_1-4\Delta p$	61	48 4v	—		C
	48	—	8.14 3u		

1) Auch im Bogen (Huppers).

		Mittel				
		Bogen		Funke		
	2910			08	3u	
$2p_2-4p_2$	08	74	1r			[1] C
$2p_2-3p_1$	03	13	1U			C
	2893			3.71	3	
$2p_2-4d_3$	81	24	4R	1.1	3U	TIN
$2p_2-4d_2$	80	78	8R	0.78	6	TIN
$2p_1-3.5s$	68	27	6r	8.3	3r	TIIN
$2p_2-4\,\lrcorner p$	62	25	4v	1.9	2	C
$2p_3-4d_3$	36	92	8R	7.0	6U	TIN
	33	—		3.06	3	
$2p_3-4\,\lrcorner p$	18	7	2v			C
	02	—		2.0	3	
$2p_2-3.5s$	2775	04	6r	5.0	3u	TIIN
	67	—		7.0	2	
$2p_1-5d_2$	64	11	2R	—		TIN
$2p_1-5d_1$	63	59	6R	4.0	3U	TIN
$2p_1-5\,\lrcorner p$	56	68	2			C
$2\mathfrak{P}_1-2.5\mathfrak{S}$	48	60	2r	8.6	10	PIIN
$2p_3-3.5s$	33	85	4r	4.0	2u	TIIN
$2p_1-4.5s$	12	57	6r	2.6	1u	TIIN
	07	—		7.04	2	
$2p_2-5d_3$	2677	60	8a	7.7	3u	TIN
$2p_2-6\,\lrcorner p$	70	68	2	0.9	2	C
$2p_1-6d_3$	60	40	4r			TIN
	57	00	2r			
	54	55	1U	—		
$2p_3-5d_3$	39	50	6R	9.5	1u	TIN
$2p_1-5.5s$	32	28	2r	—		TIIN, C?
$2p_2-4.5s$	29	05	4r			TIIN
	18	—		8.8	2	
$2p_1-7d_3$	02	18	2U	—		[1] TIN
$2p_3-4.5s$	2592	1	2r	—		TIN
$2p_1-6.5s$	85	07		—		[1] [2] TIIN
	82	7	1u	—		
$2p_2-6d_3$	80	2	2U	—		TIN
$2\mathfrak{P}-2.5\mathfrak{S}$	73	03	4	3.05	10	PIIN
$2p_1-8d_3$	65	88	2u			[1] TIN
	59	—		9.3	3u	
	58	—		8.0	3	
$2p_1-7.5s$	54	51	1			[1] TIIN
$2p_2-5.5s$	53	59	4r	—		TIIN
	52	26	2	2.2	2U	
$2p_3-6d_3$	44	73	2U			TIN
$2p_1-9d_3$	41	64	1			[1] TIN
$2p_1-8.5s$	33	91	1			[1] TIIN
$2p_3-7d_3$	25	45	1u	—		TIN
$2p_1-10d_3$	24	68	1	—		[1] TIN

1) Nach Fowler [226].
2) Huppers 34.83.

		Mittel Bogen		Mittel Funke		Eder Funke [157]		Saunders [185]		Huppers Bogen [158]		
	2521	6	1U	—								TIN
$2p_3-5.5s$	18	70		—								1) 2) TIIN
$2p_1-11d_3$	12	37		—								
$2p_1-6.5s$	08	91		—								1) TIIN
	07	8	1U	—								
$2p_1-12d_3$	02	99		2.2	1							1) TIN
	2499	—		9.85	2u							
$2p_1-13d_1$	95	88		5.5	1u							1) TIN
$2p_3-7d_3$	91	16		—								1) TIN
$2p_1-14d_3$	90	28		—								1) TIN
	87	—		7.96	3							
$2p_2-7.5s$	80	28		—								1) TIN
	78	—		58	3					8.44	u	3)
$2p_3-6.5s$	75	25		—						—		1) TIIN
	74	06	1U	—						—		
	69	—		9.76	4					—		
$2p_2-9d_3$	68	—		—				8.25		—		1) TIN
$2p_2-8.5s$	60	—		—				0.72		—		1) TIIN
$2p_3-8d_3$	57	—		—				7.87		—		1) TIN
$2p_2-10d_3$	52	—		—				2.22		—		1) TIN
	45	—		5.6	3u			—		—		
$2p_2-11d_3$	40	—		—				0.51		—		TINS
$2p_3-9d_3$	35	—		—				5.58		—		1) TIN
$2p_2-12d_3$	31	—		—				1.73		—		1) TIN
	26	—		6.5	1			—		—		
$2p_2-13d_3$	25	04		—				[illegible].04		—		1) TIN
$2p_3-10d_3$	19	—		—				9.90		—		TIN
	18	—		8.72	2			—		—		
	2376	—		6.84	2			—		—		
	29	27	8R	9.3	7	9.24	5	—		9.27	10	
a	21	15	1	1.17	7	1.18	8u	—		—		4) 5)
	12	88	4	2.8	10R	2.87	10	—		2.90	3	
	06	63	4R	6.64	3	6.68	2	—		6.61	5	
1.5S—2P	2288	08	10R	8.08	10R	8.02	10R	—		8.08	20R	6) 7) EH
	67	47	4R	7.45	2	7.39	2	—		7.48	5	
$1.5\mathfrak{S}-2\mathfrak{P}_2$	65	04	4R	5.00	10R	4.98	10R	5.61	9	5.04	5	8) PH
	62	29	1	—		—		—		—		?
	48	—		—		8.95	1u	—		—		
	39	86	6R	9.86	3	9.85	2	0.58	1	9.86	5	
	24	—		4.4	1	4.41	1	—		—		
	09	—		—		—		—		—		

1) Nach Fowler [226] von Saunders gemessen.
2) Huppers 18.78.
3) Von hier ab führen Eder sowohl wie Huppers noch eine Anzahl schwacher Linien, die hier weggelassen sind.
4) Nicht eingeordnetes Paar $\Delta\nu$ = 2482.8 mit a bezeichnet.
5) Verstärkte Linie.
6) Klein [165] mißt im Bogen 2288.02, im Funken 2288.04.
7) Stärkste Linie im Ultraviolett.
8) Klein [165] mißt im Funken 2265.08.

		Mittel Bogen	Mittel Funke	Eder Funke [157]	Eder u. Valenta Funke [81]	Saunders [186]	Huppers Bogen [158]	L. u. E. Bloch [171]	Mc Lennan u. Edwards [182]	Wolff [160]	Takamine u. Nitta [193][1]	Mc Lennan [204]	Mc Lennan, Young, Ireton Funke [211]	L. u. E. Bloch [214]	
	2204	—	—	—		—	—								
	03	—	3.4 1	3.57 1		—	—								
a	2194	61 1	4.64 4R	4.60 4		5.30 9	—								4)
	87	—	—	7.78 1		—	—								
	70	04 1	—	—		—	—								
	68	—	—	8.77 1		—	—								
	55	—	—	—		—	—								
1.56—2S1	44	39 4R	4.41 6R	4.35 3		—	4.39 4R								PH
	11		1.6 2	1.54 2		2 18 2									
	00		0.3 3u			—									
	2096				0 3u	—									
	64				4 1	—		4.46 1							
	62				0 5	—		2.10 1							
	60				—	—		0.78 1							
	55				3 3	6.80 0		5.17 4							
	51				—	—		1.02 1u							
	49				—	—		9.49 1							
	47				—	—		7.96 1u							
	40				—	—		0.81 2							
	27				—	64 1		—							
	25				47 5	—		—							
	19				3 1u	—		9.17 2							
	07				6 2u	—		7.55 2							
	04				2 5	54 2		4.10 4							
	1995				0 3	—		4.78 3		5 52					
	93				—	—		—	5 1	07 1	4.8	3 5 1			
	89				—	7.84		—	9.2	—	9 1	8 0 1			
	77				0 2	—		6.86 2	7.1	—	7.4	—			
	75				—	—		—	—	—	5.0	—			

C

	1970	—	—	—	0.4	—	—	—		
	65	5.3 1	—	5.44 1	5.4	—	5.8	6.0 1		
	65	—	—	—	—	—	5.3	—		
	62	—	—	—	—	—	2.4	—		
	61	—	—	—	—	—	1.6	—		
	56	—	—	6.81 1	—	—	6.7	—		
	45	—	—	—	5.6	—	—	6.0 1		
	43	2.8 2	—	3.85 1	—	3.38	4.1	—		
1.5S—1.5s	42	—	—	2.61 1	2.9	2.29 6	2.5	—		
	38	9.1 4	—	8.91 2	9.2	—	9.2	0.0 4		
	32	—	—	—	—	—	—	2.5 2		
	30	—	—	—	—	—	0.4	—		
	21	1.8 3	—	1.55 2	1.9	—	1.4	—		
	19	—	—	9.30 1	9.6	—	9.6	—		
	14	—	—	4.50 1	—	—	4.4	—		
	03	—	3.37 0	—	—	—	—	—		
	00	1.0 1	—	0.70 2	1.1	—	0.6	—		
	1898	—	—	8.27 1	9.2	—	—	—		
	96	—	—	6.64 1	—	—	6.7	—		
	94	—	—	—	—	—	—	4.5 1		
	87	—	—	7.78 1	—	—	—	—		
	84	—	—	4.08 1	3.1	—	4.2	—		
	77	—	—	—	7.8	—	—	—		
	73	3.7 5	4.06 6	3.37 4	3.8	—	3.2	4.5 1		
	67	—	—	7.73 1	—	—	7.7	71.0 1		
	65	—	—	5.34 1	—	—	5.3	—		
	56	6.3 7	6.62 3	6.10 3	6.4	—	—	—		
	55		5.83 1	5.32 2	4.8	—	5.2	5.5 2		
	50		—		0.6	—	—	—		
	44		4.58 1		4.1	—	3.7	6.5 4	4.6 10	4.9 4
	28		—			—		8.0 1		8.5 1
	23		—			—		—		3.9 1

1) Zahlen aus [204].

4) Nicht eingeordnetes Paar $\Delta\nu = 2482.8$.

		Saunders [185]		Wolff λ vac. [160]		Mc Lennan [204]		Mc Lennan, Young, Ireton Funke [211]		L. u. E. Bloch [214]		
	1808	—				8.0	3	8.4	1	8.2	1	
	01	—								1.3	1	
	1793	3.06	1					3.2	5	3.3	3	
	89	9.04	0			0.5	4	9.1	4	9.0	3	
	81	—						1.0	2	1.1	2	
	73	2.89	2			3.0		2.3	2	3.1	3	
	68	8.54	0			—		9.0	4	8.8	3	
	63	—								3.6	1	
	55	—						—		5.2	1	
	47	7.77	2			5.5	2	7.9	10	7.7	5	
	39					—		—		9.6	1	
	36					—				6.1	1	
	28	—				8.0	4	8.8	5	—		
	21	1.76	0			—				1.7	3	
1.5S—3p₂	11	—		10.51	8	1.0	3			—		C
	07	7.04?	0	—		6.5	2	7.1	8	7.2	4	
	04			—		4.0	2			—		
	02									2.5	1	
	1699									9.3	1	
	87			8.58	2					7.6	1	
	82			2.12	1					—		C
	78			—		—		8.3	1	8.6	3	
	71			—		—				7.2	2	
1.5S—3P	69			9.29	10	8.5	10			—		EH
	67			—		—				7.2	1	
	61			—		—				1.2	1	
	56			—		6.5	1	5.7	1	6.1	3	
	52			—		—		1.8	1	2.3	3	
	48			7.78	2	7.5	2	—		8.6	2	
	28			—		—		8.6	1	8.6	3	
	25			—				—		5.5	2	
	23			—		—		—		3.2	2	
	21			—		—		—		1.4	1	
	19			—		—				9.6	1	
	12			—		—				2.8	1	
	09			—		—		—		9.3	1	
	06			—				5.8	1	6.6	3	
	01			—				1.5	1	1.5	4	
	00			—		—		—		0.3	1	
	1599			—		—		—		9.5	1	
	98			—		—				8.6	2	
	97			—		—				7.3	1	
	94			—		—				4.8	1	
	82			—		—		—		2.5	3	
	78			—		—		—		8.4	1	
	75			—		—				5.0	1	
	73			—		—		—		3.1	3	
	71			1.4	1	—		—		1.3	1	
	70			—		—		—		0.3	3	
	69			—		—		8.8	1	9.1	3	

		Wolff λ vac. [160]	Mc Lennan [182]	Mc Lennan, Young, Ireton [211]	L. u. E. Bloch [214]	
	1566	—	—	—	2 2	
	60	—	—	9 1	8 3	
	57	—	—		6 1	
	56	—	—		6 2	
	55	—	—		4 1	
	52	—	—		2 2	
	47	—	—		3 2	
	45	—	—		9 1	
	42	—	—		1 1	
	40	—	—		6 1	
S—4p₂	38	7.83 1	—		6 1	C
	34	—	—		0 1	
	32	—	—		2 2	
	29	—	—		3 2	
	28	—	—		4 3	
S—4P	26	85 8	5 1		2 2	EH EH
	25	—	—		0 1	
	23	—	—		5 2	
	15	—	—		3 1	
	13	—	—		6 1	
	12	—	—		7 4	
	10	—	—		7 2	
	08	—	—		8 1	
	06	—			0 2	
	02	—	—		4 2	
	01	—	—		2 3	

		Wolff λ vac. [160]	L. u. E. Bloch [214]	
	1495	—	4 1	
	91	—	1 2	
	86	—	2 1	
	82	—	4 2	
	78	—	9 1	
	77	—	7 1	
	75	—	7 1	
	71	—	6 2	
	70	—	8 1	
1.5S—5P	69	89 6	4 1	EH
	68	—	5 3	
	66	—	5 2	
	56	—	0 2	
	53	—	0 2	
	47	—	8 2	
	46	—	0 2	
	43	—	1 1	
	41	—	6 1	
1.5S—6P	40	18 8	3 1	EH
	29	—	5 1	
	27	—	4 1	
	25	—	3 1	
1.5S—7P	23	23 1	—	EH
	20	—	4 2	
	18	—	5 2	
	15	—	9 1	

Röntgengebiet. X. E.

L	Friman [187, 188]	Hjalmar [215, 216]
α_2	3959	3956.86
α_1	49	47.82
α_3		33
β_1	3783	3780.08
β_4	3676	3674.25
β_3	39	36.42
β_2	3514	3507
γ_1	3331	3328.00

K	Malmer [174, 188]	Leide [1]
α_2	545	548.37
α_1	538	533.95
β_1	479	474.14
β_2	—	464.7

Oellers [152] photographiert den Bogen mit Prismenkamera; dann zeigt sich in jeder Linie das Bild des Bogens, der sie hervorgebracht hat. Im allgemeinen sieht man von jeder Elektrode eine Flamme schräg ausgehen, die sich etwa in der Mitte treffen und verstärken. Im ganzen ist das Bild

1) Anm. bei Korrektur: Nach M. Siegbahn, Jahrb. Radioact. 18 p. 276 (1922).

Terme.

A. Tripletsystem.

$2p_1$	40711.5	$3p_1$	13903	$4p_1$	7446	$5p_1$	4664	$6p_1$	3199	$7p_1$	2332				
$2p_2$	40882.6	$3p_2$	14077	$4p_2$	7518	$5p_2$	4697	$6p_2$	3217						
$2p_3$	42424.5	$3p_3$	14148	$4p_3$	7543	$5p_3$	4709	$6p_3$	3224						
1.5s	21055	2.5s	9976	3.5s	5857	4.5s	3857	5.5s	2733	6.5s	2038	7.5s	1577	8.5s	1257
$3d_3$	13052	$4d_3$	7185	$5d_3$	4550	$6d_3$	3139	7d	2295	10d	1114	13d	658.1		
$3d_2$	13041	$4d_2$	7180	$5d_2$	4546	$6d_2$	3139	8d	1751	11d	920	14d	566.7		
$3d_1$	15023	$4d_1$	7171	$5d_1$	4541	$6d_1$	3135	9d	1379	12d	772				
$4\Delta p$	6957	$5\Delta p$	4445												

B. Dublet-System.

$2\mathfrak{P}_1$	93607		
$2\mathfrak{P}_2$	96090		
$1.5\mathfrak{S}$	140226	$2.5\mathfrak{S}$	57236

C. System einfacher Linien.

2P	28847	3P	13633	4P	7045	5P	4483	6P	3103	7P	2276				
1.5S	72539	2.5S	19229	3.5S	9452	4.5S	5634	6.5S	3739	7.5S	2666	8.5S	1996		
3D	13319	4D	7405	5D	4701	6D	3946								

am positiven Pol etwas stärker; doch sind die Unterschiede gering. Auch Oellers erhält einige neue Linien, die ich wegen der ungenauen Messung nicht anführe. Die Arbeit wird für den kurzwelligen Teil von Koenemann [155] fortgesetzt; er erhält das gleiche Resultat.

Wendt [144] macht die Bemerkung, daß Funken zwischen mit Cd verunreinigten Zn-Blechen nur die Linie 2288 und das Paar 2268 und 2144 zeigen, während sonst stärkere Linien fehlen..

Nach Gramont [137] ist die „Restlinie" des Spektrums, die empfindlichste, 2265 und 2288. Nach Hartley und Moss [152] tritt für das Funkenspektrum zwischen metallischen Elektroden 2748 an die Stelle, während für Lösungen 2288 die Restlinie ist.

Die Untersuchung der Struktur einiger Cd-Linien durch Lunelund [141] und Wali-Mohammad [150] hat die älteren Angaben bestätigt, wie folgende kleine Tabelle zeigt.

	Janicki		Lunelund		Wali Mohammad	
5086	+ 0.076	1/5	+ 0.078	2	+ 0.076	2
	0.000	1	0.000	10	0.000	10
	— 0.026?	1/8	—		— 0.026	1
4800	+ 0.059	1/4	+ 0.060	2	+ 0.058	6
	0.000	1	0.000	10	0.000	10
	— 0.034	1/8	— 0.034	3	— 0.034	8
	— 0.080	1/5	— 0.080	2	— 0.081	6
4678	+ 0.030	1/3	+ 0.032	8	+ 0.031	8
	0.000	1	0.000	10	0.000	10
	— 0.056	1/8	— 0.056	3	0.056	6

Die Linien 6439, 5154, 4662 sind einfach und scharf.

Auch Takamine [179][1]) kommt fast zu den gleichen Ergebnissen. Er benutzt ein Vakuumrohr mit Glühkathode, Stufengitter gekreuzt mit Interferenzplatte und findet λ 5086, λ 4800, λ 4678 dreifach, λ 6438, λ 5155 und λ 4663 einfach. Die gemessenen Abstände der Satalliten sollen gut mit den oben genannten übereinstimmen.

Koch [161] studiert sorgfältig die Intensitätsverteilung in der roten Cd-Linie 6439. Sie stimmt sehr genau mit der theoretisch berechneten unter der Annahme, daß sie nur vom Dopplereffekt der bewegten Atome bedingt ist. Die Temperatur der benutzten Cd-Vakuumlampe ergibt sich zu 4830°.

Lowry [132] benutzt Stäbe aus Ag und Cd (28—60% Cd) Legierung, gewöhnlichen Bogen, zur Herstellung eines intensiven Cd-Spektrums, da Stäbe aus reinem Cd abschmelzen und stark oxydiert werden. Bei größerer Stromstärke werden Kupferfassungen benutzt, die Stäbe werden sorgfältig zentriert und rotieren in entgegengesetzter Richtung. — Mit der Konstruktion zweck-

1) Im Original nicht zugänglich.

mäßiger Quarz-Cadmiumlampen beschäftigen sich Sand [208] und Bates [205]. Ersterer hatte die Konstruktion und Füllung einer solchen Lampe beschrieben [181][1]). Bates stellt eine Legierung mit 2–3 % Gallium her und füllt damit ein Quarzrohr. Neben einem sehr hellen Cd-Spektrum erscheint ein Teil der Galliumlinien (λ 3020.6, λ 4033.2, λ 4172.2, λ 6396.9, λ 6413.9).

Strutt [166, 173] findet in Cadmiumdampf ein ähnliches Nachleuchten, wie es an Quecksilberdampf so vielfach untersucht worden ist.

Joye [135] erzeugt in verschiedenen Gasen Funken mit verschiedenen Selbstinduktionen und Kapazitäten im Schwingungskreis, erklärt das verschiedene Verhalten der Linien aus dem Energieverbrauch in jedem Falle. Der Einfluß der Atmosphäre wird auf den Einfluß auf die maximale Stromintensität zurückgeführt. Einzelheiten für des Verhalten der Linien, für welche auch die früheren Arbeiten von Hemsalech [78], Berndt [90] und Néculcéa [117] heranzuziehen sind, sehe man im Original. — de Gramont und Hemsalech [219] führen das Auftreten der Funkenlinien des Cd auf elektrische Felder zurück. Diese Beobachtungen gehören wohl in den Zusammenhang der Messungen über Ionisierungsspannungen. Man vgl. weiter unten.

Williams [176] untersucht, ähnlich wie Joye [135] das Funkenspektrum. Er benutzt Lösungen von Cadmiumchlorür. Im Bereiche 5880 bis 2100 teilt er die Cadmiumlinien je nach ihrem Verhalten bei Variation der Selbstinduktion und Kapazität im Schwingungskreis in 5 Klassen ein und vergleicht ihr Verhalten im Hinblick auf die Zugehörigkeit zu Serien.

Eine ganze Reihe von Arbeiten behandelt Cd im Vakuum. Pospielow [127] stellt Geißlerröhren her, deren Elektroden aus Cd bestehen, und erhitzt sie im elektrischen Ofen. Elektrische Entladungen lassen im Glimmlicht und in der positiven Säule eine ganze Anzahl Linien erscheinen, wozu im Glimmlicht allein die Linie 4415, in der positiven Säule aber zwei Banden bei etwa 450 und 430 kommen. In einer kleinen Tabelle wird die Intensität der Linien an den beiden Stellen angegeben.

Mit äußerlich erhitztem Quarzrohr, sowohl mit dem Metall als mit Chlorid mit und ohne Leidner Flasche untersucht auch Pollock [148] das Licht der Kapillare, gibt in einer Liste die Linien nebst ihren Intensitäten. Die Linien 2748, 2573, 2329, 2321, 2306, 2239, welche ohne Flasche schwach oder gar nicht vorhanden sind, werden im kondensierten Funken sehr stark. — Reismann [159] verwendet Gleichstrom und Kalkkathode, und vergleicht die Erscheinungen an beiden Polen, aber nur in einem kleinen Stück des Spektrums von λ 395 bis λ 413. Im allgemeinen zeigt sich das Bogenspektrum, an der Kathode aber auch Linien des Funkenspektrums. Ferner tritt an beiden Polen das Bandenspektrum auf, das in der Mitte etwas schwächer erscheint.

Janicki und Seeliger [172] bringen in ähnlicher Art wie Reismann das Metall zum Verdampfen. Sie finden das Spektrum des negativen Glimm

1) Proc. Phys. Soc. 28 p. 94 (1916)*.

lichtes fast identisch mit dem des gewöhnlichen Funkenspektrums, das der positiven Säule gleich dem Bogenspektrum. So fehlen in letzterem die Funkenlinien, z. B. 5379, 5338, 4415, 3535, während die reinen Bogenlinien z. B. 5154, 4413, stärker sind als im Glimmlicht. Die Banden sehen sie auch in beiden Fällen, aber stärker in der positiven Säule.

Kowalski [168] empfiehlt die Ringentladung; Hagenbach [192, 202] führt den Versuch aus, wie schon oben bemerkt. — Carter und King [201] setzen das Metall im Vakuum konzentrierten Kathodenstrahlen aus, photographieren das Spektrum und geben, wie die Vorgänger, eine Liste mit Intensitäten. Besonders stark treten einige enhanced lines auf: 3250, 4415, 3535, gegen den Bogen sehr verstärkt ist auch 3261.

Collie und Watson [197] bemerken, daß in einem Geißlerrohr mit Cd-Kathode einige Metallinien sichtbar sind, wenn die Füllung aus seltenen Gasen besteht, namentlich He und Ne. — Sawtelle [184] gelingt es, durch rotierenden Spiegel in einem oszillierenden Funken die Teilentladungen so auseinander zu ziehen, daß er ihre Spektra einzeln photographieren kann. Es wird kurz das Verhalten von vier Cd-Linien angegeben. — Baxandall [136] nennt 4415 als enhanced line. — Carter [222] photographiert den Vakuumfunken mit Konkavgitter zwischen λ 3800 und λ 6600. Sie findet Spektra, die in ihrem Charakter zwischen dem Bogen und dem Funken stehen.

Zu den Angaben über das Flammenspektrum des Cd wäre nachzutragen, daß Meunier [142] als einzige Linie 5378 findet, während Mc Lennan [186] in der Bunsenflamme nur 3260 erhält.

Bei Paschen [140] findet man magnetische Beobachtungen für die Linien λ 2288, λ 3261, λ 4413, λ 2306, λ 2313, λ 3250 und λ 4415, λ 3585, λ 3247, λ 2748, λ 2573, λ 2321, λ 2194, λ 2265, λ 2144.

Wali Mohammad [150] untersucht den Zeemaneffekt für die Linien 6439, 5086, 4800 und 4678 und ihre Trabanten. — Wiechern [162] untersucht an einer Quarz-Amalgamlampe die Polarisation der Cd-Linien λ 5086, λ 4800 und λ 4678 in Abhängigkeit von der Feldstärke.

Paschen und Back [221] messen die Verzerrung und Umwandlung des Triplets $2p_1—3d_1$ im Magnetfeld.

Auch die Absorption durch Cd-Dampf ist mehrfach untersucht worden, zuerst sind Wood und Guthrie [130] zu nennen. Sie lassen, wie schon kurz in Bd. V erwähnt, die Strahlung eines Cd-Funkens durch eine Quarzkugel gehen, in welcher durch allmählich gesteigerte Temperatur die Dichte des Cd-Dampfes vermehrt wird. Zuerst sieht man in der Mitte der Linie 2288 eine feine dunkle Linie entstehen, die sich ausdehnt, die helle Linie ganz überdeckt und schließlich etwa 200 A breit wird. Wenn dieser Zustand erreicht ist, beginnt auch an der Linie 3261 eine Wirkung: sie wird weniger hell, verschwindet, an ihrer Stelle tritt eine dunkle Linie auf, die aber nie sehr breit wird. Während die Verbreiterung der Absorptionslinie 2288 nach beiden Seiten gleich stark ist, wenn der Cd-Dampf ganz rein ist, wird sie

einseitig, nach längeren Wellen, wenn etwas Quecksilberdampf zugegen ist. Der Grund ist nicht aufgeklärt.

Auch Mc Lennan und Edwards [182] finden nur die Absorptionslinie bei 2288 und 3261. Ganz anders sind dagegen die Resultate von Dobbie und Fox [207]. Sie benutzen ein Quarzrohr von 100 mm Länge, in welchem metallisches Cd erhitzt wird; als Lichtquelle dient ein Nernstbrenner, dessen Licht bekanntlich nicht unter etwa λ 3000 reicht. - Sie finden: 1. Ein sehr scharfes Absorptionsband bei 3793, welches bei 800° auftrat. 2. Ein scharfes Band bei 3261, das bei 600° erscheint, sich dann verbreitert, aber nur nach kurzen Wellenlängen. 3. Ein unscharfes Band bei 3186, von 900° an; 4. Zwei scharfe Bänder bei 3654 und 3699 von 1200° an; 5. Band bei 3061 von 1000° an und 6. Band bei 3382, das von 1100° an sichtbar ist. — Die meisten dieser Absorptionsbanden sind in Emission nicht bekannt.

Ebenso unerklärt sind die Angaben von Evans [183]. Er benutzt Dämpfe vom Chlorid, Jodid, Bromid, findet Absorptionsbanden bei 3261, 3171, 3161, 3152. Reiner Cd-Dampf gab dieselben Bänder, außerdem eines bei 3142. Da die Bänder stärker wurden bei Zufügung von Wasserstoff, meint er, sie gehörten zu einer Verbindung Cd + H.

Van der Lingen [223] läßt Licht von einem Cd-Funken auf eine kleine evakuierte Quarzkugel fallen, die etwas Cd-Metall enthält und photographiert das Absorptionsspektrum mittels eines Quarzspektrographen. Bei 80° C tritt die Absorptionslinie λ 2288 auf. Mit wachsender Dampfdichte entsteht eine zu dieser Linie symmetrische Bande. Wenn diese Bande bis 2307 reicht, so erscheint auch die zweite Absorptionslinie bei λ 3260. Bei 280° beginnt ferner eine Fluoreszenzbande aufzutreten, die bei λ 2288 scharf begrenzt und nach längeren Wellen bis λ 3005 abschattiert ist. Sie ist in Linien aufgelöst.

Endlich sei auf die Messung der Absorption in kathodisch zerstäubtem Cd durch Bracchetti [220] hingewiesen. Die Niederschläge sind graublau in der Aufsicht und reflektieren stark kurzwelliges Licht.

Die Seriensysteme im Spektrum des Cd sind sehr reich entwickelt. Neben einem System von Tripletserien existiert ein System von einfachen Linien, außerdem eine große Zahl von Kombinationslinien, sowohl der Terme dieser beiden Systeme einzeln wie untereinander. Mit dem wesentlich unvollkommener bekannten System von Paarserien, das vermutlich dem ionisierten Cadmium zuzuschreiben ist, gehen die beiden anderen Systeme keine Kombinationen ein.

Nachdem zuerst Kayser, Runge und Rydberg die Nebenserien des Tripletsystems gefunden und analysiert hatten (siehe Bd. V) gab Paschen die Hauptserie, die Bergmannserie und viele Kombinationen [133[1]). Saunders fand die Nebenserien des Systems einfacher Linien, dessen Aufklärung weiter durch Paschen [156, 143], Saunders [185], Wolff [160] geliefert wurde

1) Vgl. auch 156.

Hierbei wurde eine Reihe weiterer Kombinationslinien gefunden. Die von **Wiedmann** [151] gemessenen Linien hat **Paschen** eingeordnet.

Eine Zusammenstellung und Berechnung der Terme aus der Grenze der zweiten Nebenserie des Tripletsystems findet man bei **Dunz** [143]. **Frommel** [212] hat dann die Linien des Cd neu zusammengestellt. In jüngster Zeit gibt **Fowler** [226] auf Grund einer unveröffentlichten Messung von **Saunders** eine Neuberechnung und Zusammenstellung der Serienlinien. Diese Zahlen sind für die obige Tabelle gewählt, nur ist die Bezeichnung diejenige von **Paschen**, mit Ausnahme der Bezifferung der Satelliten der ersten Nebenserie des Tripletsystems, in der dem neueren Gebrauche von **Paschen** gefolgt ist.

Die Serienformeln sind für Cd mehrfach berechnet worden, nach **Mogendorff** [145], von **Johansen** [191] und **Hicks** [146, 163]. Letzterer benutzt die berechneten Konstanten im Zusammenhange seiner Theorie des Einflusses des Atomgewichtes auf die Serienkonstanten. Eine Berechnung der Formeln für die Serien des Paarsystems im Hinblick auf den Verschiebungssatz von **Sommerfeld** [209] gibt **Fues** [210]. Unter Benutzung des Termnenners 4N findet er nach dem Vorgang von **Fowler** 1.5 𝔖 = 150500, 2.5 𝔖 = 67500, 2 $\mathfrak{P}_1$ = 103880, 2 $\mathfrak{P}_2$ = 105350. Die zweite Nebenserie des Systems einfacher Linien hat danach die Zusammensetzung 2 P—1.5 S.

m = 1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5
λ 2288	10395	5154	4306	3981	3819	3728
mS 72535	19226	9449.8	5632	3737	2660	1990

Es ist ferner angenähert 1.5 S = ½ (1.5 𝔖).

Huppers [158] gibt im Ultraviolett einige Paare mit konstanten Differenzen. — Man vergleiche auch **McLennan** und **Ireton** [194].

In der ersten Nebenserie des Tripletsystems treten drei Satelliten auf. Nach privater Mitteilung von **Sommerfeld** entsprechen die beiden Begleiter der Satelliten ($p_1 d_3$) und ($p_2 d_3$) den Übergängen der inneren Quantenzahlen 2→2 und 2→1, also die Kombinationen (p_1 D) und (p_2 D), während (p_3 D) fehlt. Daß die „verbotenen Linien" indes in starken Magnetfeldern doch auftreten, zeigen **Paschen** und **Back** [221] u. a. am Beispiel des stärksten Triplets der I. Nebenserie des Tripletsystems des Cd $2p_1$—$3d_1$. Man findet bei **Paschen** und **Back** zugleich Einzelheiten und Messungen über die magnetische Aufspaltung dieses Triplets und die Anwendung der **Landé**schen Regeln darauf.

Im Bereiche der Röntgenstrahlen haben **Friman** [187], **Malmer** [174, 178] und **Hjalmar** [213, 216] Messungen ausgeführt, die mit der **Siegbahn**schen Bezeichnung [188] in der Wellenlängen-Tabelle angeführt sind. Die Absorptionsgrenzen des Cd haben **de Broglie** [189], **Wagner** [175], **Blake** und **Duane** [190], **Siegbahn** und **Jönsson** [199], sowie **Duane** und **Kang Fuh-Hu** [198] gemessen. Ihre Zahlen sind **Wagner** K_A = 0.468 AE, **de Broglie** 0.460, **Blake** und **Duane** 0.4632, **Siegbahn** u. J. 0.4629, **Duane** u. K. 0.4632.

Endlich sind die Anregungs- und Ionisationspotentiale wiederholt gemessen und zu den Seriengrenzen, bzw. ersten Gliedern der Absorptionsserien in Be-

ziehung, gesetzt worden. Die Zahlen von Mc Lennan und Henderson [177], McLennan und Ireton [194], Tate und Foote [195, 196], Mohler, Foote und Meggers [208], sowie Franck [215] sind in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt.

		Anr. Pot. ber.	Anr. Pot. beob.	Ion. Pot. ber.	Ion. Pot. beob.
1.5S−2p_2	λ 3262	3.78	4[3], 3.88[1], 3.95[3]	9.35	9.3[1]; 9.5[2]
1.5S−3P	λ 2289	5.39	5.35; 6[3],		

In diesen Zusammenhang gehören wohl auch die Beobachtungen von Moore [218] über das Verhalten der Cd-Linien in Bogen kleiner Stromstärke.

Bandenspektrum.

Daß Cd ein Bandenspektrum besitzt, war längst bekannt, und in Band V sind eine ganze Reihe ungefährer Angaben für die Kanten gemacht. Bei den neueren Untersuchungen hat sich gezeigt, daß es namentlich im Vakuum gut erscheint, und in den meisten oben erwähnten Untersuchungen der Vakuumerscheinungen ist es gesehen und erwähnt worden. Reismann [159] gibt die beste Photographie die wir davon haben. Die einzige genauere Untersuchung aber liefert Frl. Howson [154], ebenfalls am Vakuumbogen. Auch sie gibt eine Photographie. Es liegen immer zwei Kanten dicht nebeneinander, die Banden verlaufen nach kurzen Wellenlängen. Howson hat vier solcher Kanten und die von ihnen ausgehenden Linienserien gemessen und zum Teil Formeln dafür berechnet. Die Kanten sind: 4509.048, 4491.209; 4318.310, 4299.673.

Aber auf beiden Photographien sieht man, daß sowohl auf der Seite der längeren, als der kürzeren Wellenlängen weitere Banden liegen. Das Spektrum ist also noch immer nur unvollkommen bekannt.

1) [195]. 2) [208]. 3) [194].

CER (Ce = 140.25, Z = 58).

Literatur.

[23] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p. 519—613 (1910).

[24] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910.

[25] F. Exner u. E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Leipzig u. Wien bei Deuticke 1911 u. 1912.

[26] L. F. Laufenberg, Das Bogenspektrum des Cer. Dissert. Bonn 1911, 45 pp.

[27] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911. 158 Tafeln mit erläuterndem Text.

[28] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Kongl. Fysiogr. Sällk. Handl. N. F. Nr. 12. 52 pp. (1914).

[29] E. Paulson, Constant differences in line spectra. Astrophys. J. 40 p. 298—310 (1914).

[29a] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System in Bogenspektren der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien. Ber. 123 IIa p. 2289—2311 (1915).

[30] H. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Part II. Phil. Mag. (6) 27 p. 703—713 (1914).

[31] J. Malmer, The high frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) 28 p. 787 bis 794 (1914). Dissert. Lund 1916.

[32] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X suivie du Br au Bi. C. R. 163 p. 81—90 (1916).

[33] E. Friman, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektra (L-Reihe) der Elemente Lund Univ. Årskr. 12 Nr. 9, 1916. Kongl. Fysiogr. Sällk. Hand. N. F. 27 Nr. 9. 49 pp.

[34] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 (1916).

[35] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p. 296—341 (1916).

[36] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some of the chemical elements for high frequency X-rays. Phys. Rev. (2) 10 p. 697—705 (1917), ibid. 10 p. 97 bis 100 (1917).

[37] Ph. Klein, Messungen im kurzwelligen Teil des Cerbogenspektrums. Dissert. Bonn 1917. Zs. f. wiss. Photogr. 18 p. 45—83 (1918).

[38] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. (2) 14 p. 516—521 (1919).

[39] M. Siegbahn und Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen. Phys. Zs. 20 p. 254—256 (1919).

[40] G. Hertz, Über die Absorptionsgrenzen in der L-Serie. Zs. für Phys. 3 p. 19 bis 25 (1920).

[41] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Rheihe der Röntgenspektra. Zs. für Phys. 3 p. 262—284 (1920).

[42] C. C. Kiess, Wave lengths longer than 5500 A in the arc spectra of Yttrium, Lanthanum and Cerium. Nach Manuskript des Bur. of Stand. Washington (1921).

[43] A. Dauvillier, Contribution à l'étude de la structure des éléments de nombre atomique moyen. C. R. 173 p. 1458—1461 (1921).
[44] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. für Physik 7 p. 341—350 (1921).
[45] D. Coster, Sur la série L du spectre des rayons X. C. R. 174 p. 378—380 (1922).

Seit den Messungen von Bakowski und Exner und Haschek, über die in Bd. V berichtet ist, hat die Kenntnis des Cerspektrums beträchtliche Fortschritte gemacht. Während früher die bekannten Wellenlängen erst mit λ 5000 begannen, liegen jetzt mehrere Messungen vor, von denen die umfangreiche von Kiess [42] bis λ 9000 reicht; Laufenberg [26], mißt im Anschluß an Bakowski im internationalen System zwischen λ 6755 und λ 4966. Er gibt drei Dezimalen. Zwischen λ 5980 und λ 5796 hat er indes zweifellos um ein bis zwei Zehntel A.E. falsch gemessen, vermutlich infolge eines Justierungsfehlers, von dem er auch sonst zu berichten weiß. Wir haben daher seine Zahlen in diesem Bereiche nicht berücksichtigt und im übrigen auf zwei Stellen gekürzt.

Auch Eder [29a] hat im Ultrarot gemessen, Eder und Valenta [23] haben ein großes Stück des sichtbaren Spektrums untersucht und in ihrem Atlas [27] Tafeln des Funken- und Bogenspektrums gegeben, Exner und Haschek haben ihre früheren Messungen ergänzt [25] und endlich hat Klein [37] eine sehr gute Messungsreihe von λ 4550 abwärts geliefert.

Das Spektrum gehört zu den linienreichsten, die wir kennen, zugleich zu den am wenigsten charakteristischen. Es sind über 5000 Linien gemessen, von welchen gewiß 4000 die Intensitätsbeziehung 1 oder 2 besitzen, nur ganz wenige 10 erreichen. Es ist zweifellos, daß Banden auftreten, die aber ebenfalls uncharakteristisch sind; man sieht kaum deutliche Kanten. So ist es wahrscheinlich, daß sich unter den gemessenen Linien auch zahlreiche Bandenlinien befinden.

Bei der ungeheuren Anzahl von Linien ist es unmöglich, in der folgenden Tabelle alle aufzuführen, was auch wenig Zweck zu haben scheint. So habe ich, wie auch in früheren Fällen die schwächsten Linien fortgelassen, und zwar nach folgendem Prinzip: Von Kiess sind zwischen λ 9000 und λ 8000 alle Linien geführt, dann die fort gelassen, die er als schwächer als 1 bezeichnet; dies sind etwa 150. Von Exner und Haschek, wie von Eder und Valenta sind alle mit 1 bezeichneten Linien fortgelassen, die nur einer von ihnen gemessen hat, von Klein, der die Intensitäten unverhältnismäßig hoch schätzt, alle mit 1 und 2 bezeichneten Linien, die nicht von einem andern auch als 2 bezeichnet sind. Von Laufenberg sind alle Linien gegeben, die außer ihm auch von einem anderen Beobachter gemessen worden sind. Auf diesem Wege ist die Tabelle um etwa 1800 Linien gekürzt worden. — In der Tabelle bedeutet bei Kiess ein K hinter der Zahl, daß es sich um eine Kante der Banden handeln kann, ein B, daß es vielleicht Bandenlinie ist. Die Zahlen der verschiedenen Beobachter stimmen relativ schlecht überein, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, daß vielfach Komplexlinien (blends) gemessen wurden.

		Kiess Bogen [42]
9024	68	1
8998	85	1
92	36	1
70	41	1
27	42	1
10	98	1
8891	14	1
10	77	1
8782	30	1
72	08	3
56	26	1
16	64	1
04	25	1
02	32	1
8677	43	1
72	45	1
47	59	2
36	40	1
33	25	1
13	58	1
12	62	2
8583	87	2 u r
75	56	1
67	36	1
64	56	1
60	60	2
48	13	1
45	40	1
43	30	1
39	04	1
35	26	1
26	88 K?	1 r
23	82	1
16	24	1
13	70	1 u
11	16	1
08	57	1 u
8495	64	3
91	67	1
88	21	1
83	84	1 u
75	78	1
67	38	2 u
59	98	1 u, d
55	97	1
46	88	1
42	39	1
41	05	1
27	24	1
26	16	1
17	96	2

		Kiess Bogen [42]
8408	65	1 u
05	02	1
03	67	1
8396	20	2
87	71	1
86	22	1
83	14	1
81	02	1
76	35	1
71	90	2
68	55	1
63	82	2
58	05	1
55	32	2
52	39	2
49	19	1
36	89	1
32	30	1 u
27	58	1
22	85	1 u
12	80	1
10	22	2
00	58	2
8299	84	1
96	06 K?	1
78	02	1
76	36	1
61	03	2
58	85	1 u
52	52	1
51	21	1
50	58	1
46	79	1
45	10	2
41	58	1
39	37	1
37	78	1
34	12	3 u
26	94	1
23	69	2u, d?
20	65	1
15	50	1
8199	09	1
95	28	1
79	81	1 u
75	35	1
71	32	2
65	35	1
20	32	1
16	70	1 u
14	53	1

		Kiess Bogen [42]	Eder Bogen [29a]	
8109	09	1		
8066	97 K?	1		
25	57	2	62	2
18	94	1 u	—	
02	66	2	—	
7975	49	2 u	—	
72	34	2 u	—	
64	50	1	—	
53	57	1	—	
27	53 K?	2	—	
24	04	2 u	—	
13	48	1	—	
7899	03 K?	2	—	
79	67 K?	2	—	
74	10	1	—	
66	05	1	—	
64	49	1	—	
60	54	2	—	
59	05	2	—	
57	50	1	—	
51	25	2	—	
50	00	1	—	
44	92	2	—	
42	57	2	—	
35	81	2	—	
7797	73	2	—	
80		—	61	4
48	35	1	—	
32	32	2	—	
02	85	1	—	
7689	18	2	—	
82	47	2	—	
78	11	1	—	
70	89	2	—	
64		—	94	1
46	07	1	—	
16	06	1	12	1
7568	52	1	—	
62	92 K?	1 r	—	
62	47	1	—	
51	25 K?	1	—	
27	58	1 u, d?	—	
09	75	1	—	
09	48	1 u	—	
00	68	1	—	
7444	46	1	—	
33	04	1	—	
24	84 K?	1 u	—	
17	08	1 v	—	
01	21 K?	1 u	—	
7397	76	2	79	2

	Kiess Bogen [42]		Eder Bogen [29 a]			Kiess Bogen [42]		Eder Bogen [29 a]			Kiess Bogen [42]		Eder Bogen [29 a]	
7393	42	1	—		7086	31	3	—		6833	32	1	—	
90	42	1	—		68	18	1	—		32	12	1	—	
83	71	1	—		66	41	1	—		31	31	1	—	
63	11	1	—		65	68	1			28	02	1	03	1/2
62	38	1	—		64	41	1	—		27	32	1	36	1/2
45	57	1	57	1	61	69	3	—		24	77	3	82	3
43	41	1	45	1	59	91	1	—		21	14	1	—	
34	69	1	66	2	58	56	1			19	27	1	31	1
29	90	2	95	3	57	85	1	—		16	27	1	—	
18	40	1	48	2	54	41	1	51	1	14	77	1	—	
01	40	1	45	2	49	60	1	09	2	12	24	1	—	
7288	08 Bd?	1	—		40	75	1	88	1	11	35?	1	—	
87	13 Bd?	1	—		30	96	2	1.02	2	09	31	1	—	
79	93 Bd?	1	—		29	90	1	—		07	88	1	86	1
77	92 K	1	—		28	72	1	—		04	56	1 r	—	
75	57 Bd?	1	—		18	73	1	79	1	03	51	1	—	
62	63 Bd?	1	—		17	18	1	09	1/2	03	11	1	—	
57	58 Bd?	1	—		14	71	1	72	1/2	02	10	1	11	1/2
52	72	2	73	4	13	88	1	—		6799	07	2	07	2
41	69 K	2	—		10	59	1	—		98	48	2	50	2
38	37	2	39	2	6999	85	2	90	3	94	55	2	—	
35	70 K	2	—		91	48	1	60	1/2	93	64	2	69	1
33	96	1	—		85	98	2	6.02	3	92	29	1	—	
32	95	1	—		83	77	1	80	1	87	71	1	—	
31	20	1	—		81	24	1 ur	—		86	38	1	—	
17	34	2	—		78	48	2	49	2	85	56	1 u	52	1/2
13	95	1	—		72	38	1	—		80	18	1	—	
10	66	1	—		70	40	1	—		78	26	1	—	
08	09	1	—		68	70	1	—		76	97	1	—	
06	23	1	—		66	32	1	—		75	43	1	—	
03	58	1	60	2	63	54	1	—		73	86	1	—	
01	86	2	84	1	63	08	1	—		73	41	1	44	1/2
01	51	1	56	1	60	69	2	—		69	56	1	—	
7191	70	1	74	1	59	68	1	—		68	94	1	—	
89	40 K?	1 r	—		59	11	1	—		67	96	1	—	
82	26	1	26	1	57	75	1	—		63	06	1	—	
77	43	1	—		57	21	1	27	1/2	57	05	1	—	
74	95	1	—		56	28	1	—		56	58	2	—	
56	96	2	95	1	55	28	1	—		53	61	2	67	1
55	20	1	80	1	54	70	1	—		50	77	1	—	
51	66	2	72	1/2	53	54	1	—		49	21	1	—	
50	20	2	21	2	53	18	1	—		47	27	2	21	1
41	71	1	—		49	57	1 u	—		46	78	2	79	1
41	40	2	57	1/2	48	72	1 u	—		44	43	1 u	46	1/2
32	08	1	05	1	46	76	1 v	—		39	98	1	98	1/2
24	—		76	1/2	44	37	1 u	—		34	21	1	24	1
21	30	1 d?	—		43	50	1	—		29	75	2	75	1
15	07	1	12	1	41	97	1 u	—		29	87	1	89	1
14	65	1	—		39	40	2	43	1	26	43	1	—	
13	10	1	—		34	02	1	—		18	20	1	18	2
05	01	1	09	2	33	64	1	—		15	29	1	—	

	Kiess Bogen [42]	Eder Bogen [29a]	Exner u. Haschek Bogen [25]	Laufenberg Bogen [26]
11	73 1	72 1/2		
08	89 1	66 3		
07	83 2	85 2		
06	10 1	—		
03	20 1	—		
01	75 1	76 1		
'95	46 1	—		
94	68 1	64 1		
93	81 1	89 1		
92	81 1	—		
91	36 1	38 1		
89	90 1	—		
86	—	93 1/2		
80	72 1	—		
80	15 1	—		
78	23 1	26 1		
75	57 Cu? 1	60 2		60 1
74	25 2	27 3	36 1	28 1
70	15 1	—	—	—
69	72 1	76 1	—	—
69	29 1	—	—	—
67	65 1	—	—	—
64	40 1	44 1	—	—
57	12 1	—	—	—
55	08 1	12 1	—	—
50	20 1	—	—	—
49	44 1	49 1	—	—
46	89 1	89 1	—	—
44	70 1	70 1	—	—
35	56 1	—	—	—
33	21 1	22 1	—	—
29	55 2	60 1	—	—
28	69 2	78 1	8 1u	—
26	52 1	—	—	—
25	46 1v	—	—	—
22	36 1	33 1	—	—
21	53 1	—	—	—
20	32 2	30 2	4 1u	—
16	41 1	—	—	—
13	42 1v	52 1/2	—	—
10	16 1	23 1/2	—	—
08	07 1	10 1	—	—
06	03 2	07 1	1 1u	—
04	38 3d	43 3	59 1	55 1
04	—	—	42 1	31 2
00	67 3	68 2	72 1	65 1
396	16 1r	—	—	—
94	35 1	—	—	—
92	59 1	—	—	—
89	71 1	—	—	—

	Kiess Bogen [42]	Eder Bogen [29a]	Exner u. Haschek Bogen [25]	Laufenberg Bogen [26]
6687	84 1	—	—	—
86	59 2	63 2	—	—
83	55 1	—	—	—
79	84 2	86 2	—	—
77	32 1	—	—	—
75	53 2	—	57 1	56 1
70	63 1	64 1	—	—
66	57 1	—	—	—
65	94 1	—	8 1u	—
65	65 2r	65 3	—	62 1
62	55 1	—	—	—
61	41 2	42 2	—	44 2
60	00 1	—	—	—
58	55 1	—	—	—
57	71 1	—	—	—
56	96 1u	—	—	—
55	47 1	—	—	—
54	81 2	—	—	—
54	29 2	32 1	—	—
53	56 1	—	—	—
53	00 1	—	—	—
52	75 3	72 3	77 2	76 2
51	40 1	31 1	—	—
50	87 2	91 1	—	93 1
47	38 2	41 1	—	—
46	77 1	—	—	—
45	01 1	02 1/2	—	—
43	15 1	22 1/2	—	—
41	13 1	15 1/2	—	—
37	32 1	—	—	—
36	92 1		—	—
36	06 2	09 1	—	—
34	78 2	—	—	—
33	32 1	32 1	—	—
28	88 3	90 3	92 2	91 3
27	50 1r	—	—	—
26	50 1	56 1	—	—
26	08 1	05 1/2	—	—
24	39 1	42 1	47 1	—
23	72 1	—	—	—
22	98 2	3.00 1	—	—
17	81 1	78 1/2	—	—
16	30 1ud?	35 1/2	—	—
15	53 1	—	—	—
14	38 1	—	—	—
13	20 1	—	—	—
12	06 2	—	—	02 2
11	13 1	—	—	—
09	72 1	—	82 1	—
08	81 1u	—	—	—

	Kiess Bogen [42]		Eder Bogen [20 a]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Laufenberg Bogen [26]	
6606	87	2	83	3	96	2	91	3
06	33	2	31	2			38	2
05	37	2	35	1			—	
04	06	1	—		—		—	
03	32	1 u					—	
02	20	1	—					
01	57	1	—				—	
00	16	1	—		—		—	
6599	61	2	61	1	—		66	1
98	99	1	—		—			
98	42	1	—		—			
97	57	1	—		65	1		
97	00	1	—		—			
96	52	1	—		—			
92	82	1	—		—			
91	19	1	—		—		—	
90	48	1	—		—			
88	63	1 u	—		—		—	
83	45	1 u	—		—		—	
82	79	1	—		—		—	
80	46	1	—		—		—	
79	09	2	04	2	2	1 u	12	2
77	47	1	50	1	57	1	52	1
75	52	1 u	—		—		—	
74	45	1	—		—		—	
74	04	1	—		—		—	
78	65	1	—		—		56	2
70	82	1	80	1	91	1	84	2
68	52	2	—		—		—	
67	85	1	—		—		—	
65	71	1	66	1	—		—	
63	47	2	48	2	58	1	50	2
62	98	1	—		—		—	
62	12	1	—		—		—	
60	75	1	75	1	86	1	81	2
59	92	1	—		—		—	
59	40	1	33	1	—		—	
55	65	3	62	3	68	1	68	4
51	69	2	67	2	78	1	73	4
49	88	1	—		—		—	
49	20	1	—		—		—	
48	58	1	—		—		—	
46	45	1 u	—		—		—	
44	46 Cu?	2 u	—		—		—	
43	60	1	—		—		65	1
42	96	1	—		—		—	
41	67	1 ud?	—		—		—	
40	84	1	—		—		—	
37	99	1	—		—		—	
37	48	2 v	50	1	58	1	51	2
34	49	2	51	1	—		52	1

	Kiess Bogen [42]		Eder Bogen [29a]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Exner u. Haschek Funke [25]		Laufenberg Bogen [26]	
6532	29	1	—		—				—	
31	80	1	—		—				—	
30	70	1 r	—		—				68	2
30	17	1	—		—				—	
29	42	1	—		—				—	
28	76	1	—		—				—	
27	85	1	—		—				—	
27	03	1	—		—				06	1
26	15	1	—		—				—	
25	33	1	—		—				33	1
22	55	1	—		—				—	
22	05	1	—		—				—	
21	51	1	—		—				—	
19	12	1	12	1	—				—	
17	28	2	28	2	31	1			27	4
13	61	3	60	3	68	2	72	1	61	4
09	01	2	01	1	08	1	—		00	2
07	18	2	16	2	22	2	—		17	3
06	22	1 v	—		—		—		—	
04	06	1	10	1	—		—		—	
03	26	2	31	2	35	2	—		26	3
01	82	1	—		—		—		—	
00	42	1	—		—		—		—	
6499	56	1	—		64	1	—		49	1
97	92	1	—		—		—		—	
96	90	1	—		7.07	1	—		91	1
94	93	2	—		—		—		—	
94	59	1	—		—		—		—	
90	97	2	96	2	1.02	1	—		96	3
88	68	1	—		—		—		—	
88	01	1	—		—		—		—	
87	56	1	—		03	1	—		—	
85	97	1	94	1	—		—		92	2
82	84	1 u	—		—		—		—	
81	98?	1	—		—		—		2.00	2
80	75	1 v	—		—		—		—	
79	33	1	—		—		—		—	
78	53	1	—		—		—		—	
77	89	1	—		—		—		—	
73	67	4	71	3	74	2	7	1 u	69	5
73	08	1	—		—		—		11	1
72	54	1	—		—		—		—	
71	73	1	—		77	1	—		71	1
70	96	1	—		1.01	1	—		93	1
68	97	2	98	1	9.04	2	—		97	2
68	46	1	—		—		—		—	
67	40	3	40	3	44	2	—		40	4
66	86	2	89	3	91	2	91	1	91	4
62	77	1			—		—		—	
61	86	2			—		—		90	2

	Kiess Bogen [42]	Exner und Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
6458	06 3	08 2	05 3	—	04 6
56	84 1	—	—		—
54	92 1	89 1	—	—	89 1
53	86 1	—	—	—	—
51	98 1	—	—		2,00 1
49	77 1	—	—	—	—
46	16 2	14 1	09 1	—	14 2
45	22 1	—	—	—	—
42	08 1	05 1	—	—	—
41	02 1	—	—	—	02 1
40	45 1	44 1	—	—	—
39	95 1	0,01 1	0,01 1	—	99 2
38	16 1	13 1	—	—	12 1
36	40 2	44 1	44 1		41 · 3
34	38 2	46 1	40 1	—	41 3
33	41 2	43 1	46 1	—	—
31	92 1	—	—	—	—
31	51 1 v	—	—	—	—
30	07 2	10 1	09 2	—	08 3
29	04 1	—	—	—	—
26	53 1	—	—	—	—
25	87 1	—	—	—	87 1
25	30 2	32 2	33 1	34 1	30 3
24	47 1	—	44 1	—	49 1
23	34 1	—	—	—	—
22	91 1	—	—	—	—
16	39 1	—	—	—	—
15	41 1	49 1	—	—	—
12	85 1	90 1	81 1	—	87 2
11	68 1	—	—		—
08	66 1	67 1	64 1	—	65 1
00	66 1	—	—	—	—
6399	90 1	—	96 1	—	—
96	26 1	37 1	29 1	—	26 3
95	12 1	—	12 1	—	16 2
93	02 2	08 3	07 2	09 1	05 4
90	66 1	74 1	—	—	—
90	32 1	39 1	—	—	32 2
86	86 3	92 1	84 2	—	87 4
86	16 2	—	24 1	—	—
83	50 1	—	—	—	—
83	18 1	—	—	—	—
80	11 1	—	—	—	—
79	75 1	69 1	—	—	—
79	23 1	26 1	24 1	—	—
74	82 1	—	—	—	—
72	99 1	3,06 1	96 1	—	3,00 2
72	48 1	58 1	47 1	—	51 2
71	10 3	15 5	14 1	18 1	14 5
70	60 1	—	—	—	—

	Kiess Bogen [12]	Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [28]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
6369	19 2	20 1	18 1	—	21 2
67	79 1	—	—	—	
66	60 1	—	—	—	—
60	23 2	—	30 1	—	26 2
53	52 1	6 1u	—	—	51 1
52	18 1	—	—	—	—
51	59 1	—	—	—	—
51	·27 1	34 1	28 1	—	30 2
49	40 1	44 1	—	—	42 1
48	80 1	79 1	—	—	—
48	28 1	34 1	—	—	—
47	35 1	—	—	—	36 1
46	72? 1	79 1	—	—	—
45	82 1	—	—	—	—
44	87 1r	—	—	—	86 1
43	96 3	99 5	96 3	4.01 1	98 6
41	85 1	89 1	—	—	—
40	69 3	7 1u	71 1	—	69 2
39	89 1	91 1	—	—	89 1
38	28 1	36 1	—	—	—
37	22 2	24 1	23 1	—	20 3
36	29 1	—	—	—	—
35	39 3	44 1	40 2	—	34 4
34	83 1	—	—	—	74 1
34	12 1	—	—	—	—
32	00 2	05 1	01 1	—	1.94 3
31	27 1	—	—	—	—
30	92 1	—	—	—	—
30	05 1	—	—	—	10 1 Cr?
29	48 2	44 1	48 1	—	41 2
28	89 1v	—	—	—	—
28	·16 1	—	—	—	—
27	46 1	—	—	—	—
23	87 1	—	—	—	—
22	87 1	—	—	—	—
22	37 1	—	—	—	—
21	61 1	69 1	—	—	60 1
21	25 2	35 1	31 1	4 1u	28 3
20	82 1	—	—	—	88 1
19	—	—	—	—	84 2
18	57 2	59 1	59 1	—	56 2
18	00 2	—	03 1	—	08 2
16	44 1	—	—	—	—
12	58 1	64 1	61 1	—	—
10	58 1	59 1	—	—	58 2
10	03 3	06 2	01 3	—	01 5
09	29 1	—	—	—	—
08	64 1	—	—	—	—
08	—	04 1	01 1		00 1
07	55 1	69 1	—		—

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
6306	68	2	—	60 1	—	68 2
05	26	1	3 1u	—		
04	01	1	—			
02	77	1	—	—	—	
02	15	1	22 1	17 1	—	12 1
00	23	3	25 2	19 2		20 5
6299	57	3	52 3	51 2	—	48 3
97		-	—	—	—	83 1
96	99	1	7.1 1u	—	—	7.04 1
96	15	1	19 1	—	—	15 1
95	58	3	59 2	59 3	—	57 5
94	86	1d	5 1u	—	—	—
91	42	1	—	—	—	—
90	49	1	—	—	—	—
87	64	1	—	—	—	—
87	14	1	—	—		—
86	84	2	5 1u	45 1	—	—
85	75	2	—	—	—	80 2
83	99	1	6 1u	—		—
82	85	3	—	—	—	—
81	58	1r	59 1u	—		—
79	10	1	16 1	—	—	—
77	10	1	—	03 1	—	06 1
76	86	1	—	—	—	—
76	45	3	49 1	48 1	—	45 2
75	82	1	—	—	—	29 1
74	85	1	—	—	—	—
73	71	2u	79 1	64 1	—	60 2u
72	05	4	07 5	03 1	09 2	04 6
71	18	1	—	—	—	—
70	28	2	81 1	23 1	—	26 2
69	80	1	89 1	79 1	—	—
66	23	1	21 1	16 1	—	17 1
64	26	2	81 1	28 1	—	26 1
62	05	1ud?	11 1	—	—	—
61	06	1	—	00 1		—
60	86	1d	4 1u	—	—	—
59	78	1	—	—	—	—
59	35	1	—	—	—	
59	11 Dy?	1	—	—	—	—
58	60	1	—	—	—	—
57	98	2	99 1	94 1	—	97 1u
56	86	2	—	86 1	—	86 1
55	74	1	—	—	—	—
54	72	1	—	—	—	—
53	62	2	66 1	64 1	—	64 2
53	27	1	—	—	—	—
51	66	1	—	—	—	—
50	91	1	98 1	—	—	—
50	32	1	—	—	—	—

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Funke [25]		Laufenberg Bogen [26]	
6249	64	1	—		—		—		—	
47	80	1	84	1	—		—		81	1
44	87	1r	—		—		—		—	
43	93	1	99	1	90	1	—		95	2
42	92	2	95	1	3.09	1	—		89	2
41	91	2	97	1	88	1	—		87	2u
41	47	1	49	1	40	1	—		—	
38	71	2	74	1	71	1	—		71	3
37	45	3	47	1	39	1	—		44	3
33	79 Cu?	1	—		—		—		—	
32	46	3	49	3	46	3	49	1	42	4
31	48	1d	49	1	50	1	—		41	1
30	26	1	—		—		—		—	
29	00	4d	8.97	2	8.98	3	0	1u	8.92	5
28	24	2	26	1	32	1	—		21	1
27	32	1r	—		—		—		—	
26	88	1	—		—		—		—	
25	50	1d	49	1	—		—		46	1
23	65	3d	61	1	54	1	—		—	
23	23	2	30	1	—		—		38	1
22	28	1	34	1	—		—		—	
21	33	1	39	1	—		—		32	1
20	—		82	1	—		—		—	
20	72	1d	64	1	—		—		—	
16	83	2	84	1	88	1	—		81	2
16	07	2	11	1	11	1	—		07	1
14	11	1	—		—		—		04	1
13	—		49	1	—		—		45	1
12	51	2	54	1	47	1	—		46	1
11	67	1	—		—		—		—	
11	05	2	09	1	02	1	—		02	1
09	58	2	58	1	57	1	—		51	1u
08	99	3	9.00	2	9.02	2	—		96	4
08	32	1	32	1	—		—		28	1
06	74	1	81	1	—		—		75	1u
04	83	1ud?	—		—		—		57	1u
01	88	2u	89	1	83	1	—		81	1
00	65	1	—		—		—		—	
6198	04	2	08	1	08	1	—		02	2
96	29	2	37	1	—		—		—	
95	55	2	58	1	51	1	—		50	2
95	27	2	29	1	29	1	—		21	2
94	75	1	—		—		—		—	
94	21	1	—		—		—		—	
92	27	1	34	1	29	1	—		26	1u
90	07	1	—		—		—		—	
88	46	1	44	1	—		—		—	
87	91	2	84	1u	84	1	—		—	
86	91	2	95	1	90	1	—		92	1
86	16	3	19	2	14	2	—		17	4
84	04	2d	3.99	1	02	1	—		—	

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
6182	23	1	3 1u	19 1	—	—
80	08	1	11 1	10 1	—	—
78	39	2	37 1	31 1		35 1
77	96	2	99 1	97 1	—	97 1
75	28	2	—	28 1	—	27 1
74	51	1	82 1	—		—
74	00	1	—	—	—	—
72	91?	2d	—	94 1	—	—
67	88	2	—	—	—	—
66	56	1	—	—	—	—
65	54	2d?	49 1	53 1	—	—
64	70	2	70 1	—	—	—
64	43	1	47 1	53 1	—	—
63	20	2	26 1	22 1	—	—
62	73	1	—	73 1	—	—
62	14	2	—	—	—	13 2
61	36	1	—	—	—	—
59	82	3	87 1	88 1	—	82 1
58	93	2	9.0 1u	94 1	—	—
58	14	1	—	—	—	—
57	63	1	71 1	—	—	—
56	75	2	81 1	—	—	72 1
55	49	2	—	—	—	
55	05	1ud?	—	—	—	03 1
53	92	1d	—	—	—	—
53	24	1	—	—	—	—
51	78	2	74 1	—	—	72 3
51	20	1vd?	—	37 1	—	—
50	20	1	—	—	—	—
49	58	2	59 1	57 1	—	—
47	85	2	86 1	89 1	—	84 3
46	95	1d	—	—	—	—
46	42	3	47 1	44 1	—	43 3
43	39	4	36 2	40 2	36 1	37 2
42	92	2	93 1	3 03 1	—	92 2
41	88	1rd?	—	—	—	—
41	34	1	32 1	37 · 1	—	—
40	63	1	—	—	—	—
39	82	1	79 1	—	—	—
39	03	3	04 1	06 1	—	—
38	33	1	—	—	—	—
37	23	2	—	—	—	24 1
36	59	1	—	—	—	—
35	51	2	54 1	52 1	—	—
34	58	1	—	—	—	—
33	61	2	62 1	—	—	57 1
33	24	1	—	—	—	—
32	76	1d	—	—	—	—
32	06	3d	09 2	12 2	—	14 1
31	13	1	—	—	—	—

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Funke [35]		Laufenberg Bogen [26]	
6130	15	2	20	1	14	1	—		—	
29	00	1	—		—		—		—	
28	54	1	57	1	—		—		—	
26	09	2vd?	15	1	07	1	—		—	
25	43	1	—		—		—		—	
24	98	1	5.04	1	5.02	1	—		—	
24	31	1	36	1	33	1	—		—	
23	66	4	73	5	65	2	—		67	4
20	63	1	—		—		—		—	
19	79	2	87	1	—		—		79	1
18	87	2	94	1	85	1	—		90	1
18	56	2	59	1	—		—		56	1
17	71	1	—		—		—		—	
16	47	1	—		—		—		—	
15	44	1	—		—		—		44	1
15	15	1	—		—		—		—	
14	69	1	—		—		—		—	
14	27	1	—		—		—		—	
13	33	1	—		—		—		—	
12	90	1	—		—		—		—	
11	92	2	99	1u	—		—		96	3
09	72	1	—		—		—		—	
08	74	4	80	2	—		78	1	74	1
07	79	1	—		—		—		—	
07	04	1	—		—		—		—	
04	84	1	91	1	—		—		—	
04	02	2	09	1	—		—		—	
03	42	2	—		—		—		—	
02	74	2	84	1	—		—		—	
01	56	1	—		—		—		—	
01	24	1	—		—		—		—	
00	79	1	—		—		—		—	
00	11	3	15	1	—		—		—	
6099	77	1	85	1	84	1	—		78	1
99	40	1	—		—		—		—	
98	34	5	38	3	32	3	36	1	32	3
97	60	2	7	1u	—		—		—	
96	96	1	7.0	1u	—		—		—	
94	29	1	—		—		—		—	
93	83	1	—		—		—		—	
93	56	1	64	1	58	1	—		—	
93	19	3	29	2	24	2	—		21	2
92	34	2	—		41	1	—		—	
91	74	1	—		—		—		—	
90	97	2	—		—		—		—	
89	65	2	7	1u	—		—		—	
89	40	1	4	1u	—		—		—	
88	88	3	95	1	96	1	—		90	1
88	21	1	—		—		—		—	
87	62	1	—		—		—		—	

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]	
6087	88	1	—		—		—		
86	62	2	69	1	64	1		62	1
85	40	1	—		—		—	—	
84	90	1 d	—		—		—	—	
83	98	1	—		—			—	
83	39	1	—		—		—	—	
82	80	1	—		—		—	—	
82	08	2	18	1	08	1	—	—	
81	27	2	33	1	32	1		27	2 u
80	37	2	44	1	41	1	—	37	2 u
79	37	2	35	1	34	1	—	—	
78	44	1	50	1	—			—	
77	55	2	59	1	57	1	—	—	
77	16	2	21	1	21	1	—	15	1
76	68	3	67	1	68	1	—	—	
75	91	2	95	1	—		—	—	
75	58	2	58	1	57	1	—	—	
75	16	1	—		—		—	—	
74	26	1	—		—		—		
73	90	1 u	—		—		—	—	
73	07	1	—		—		—	—	
72	32	1	37	1	—		—	—	
72	00	3	04	2	—		—	00	3
70	17	1	—		—		—	—	
69	46	4	51	2	50	3	—	47	3
68	65	2	69	1	—		—	—	
68	17	1	—		—		—	—	
67	02	2	—		—		—	68	1
66	72	2	77	1	75	1	—	71	1
66	28	1	—		—		—	—	
64	48	2	—		—		—	—	
64	05	1	—		—		—	—	
63	48	1	—		—		—	—	
62	75	1	—		—		—	—	
62	40	1	—		—		—	—	
61	67	1	—		—		—	—	
60	70	3	75	1	73	1	—	—	
59	32	2 d	29	1	33	1	—	—	
58	60	1	—		—		—	—	
57	99	3	8.07	2	98	2	—	96	3
57	42	4 d	49	5	46	1	—	45	1
56	45	1	51	1	—		—	—	
56	08	1	—		—		—	—	
55	30	1	—		—		—		
54	68	1	—		—		—	—	
53	94	1	—		—		—	—	
53	29	1	—		—		—	—	
52	60	2	68	1	63	1	—	56	1
51	78	3	91	2	—		—	78	4
51	30	1	—		—		—	—	

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
6050	07	2 v	—	—	—	—
47	39	4	43 2	39 2	—	35 4
46	72	1 d	—	—	—	—
45	88	2	—	—	—	—
45	44	3	44 1	42 2	—	37 4
44	14	1 r	—	—	—	—
43	39	5	38 3	37 4	44 2	34 6
41	92	1	—	—	—	—
41	37	1	—	—	—	—
40	59	2	—	—	—	—
39	80	1	—	—	—	—
39	05	1	—	—	—	—
38	40	1	—	—	—	—
37	07	1	—	—	—	—
36	62	2	—	—	—	—
35	85	1	—	—	—	—
35	48	3	50 1	42 2	—	43 3
34	59	2 d	—	—	—	—
34	20	4	23 2	15 2	23 1	13 3
33	57	3	62 1	56 1	—	51 2
32	53	1	—	—	—	—
32	10	1	—	—	—	—
31	25	2	25 1	26 ½	—	—
30	67 Cu?	2	69 1	66 ½	—	61 1
30	35	1	—	—	—	—
29	72	1	68 1	—	—	—
29	07	2 d	16 1	06 ½	—	08 1
28	28	1	—	—	—	—
27	78	1	—	—	—	—
27	16	2	15 1	12 ½	—	07 1
26	05	2 d	—	—	—	—
25	28	2 d	—	—	—	—
24	19	5	21 3	16 3	—	16 6
23	14	1	—	—	—	—
22	36	1	—	—	—	—
21	64	2	—	—	—	—
21	24	1	—	—	—	—
20	59	1	61 1	59 ½	—	56 1
18	83	2	—	78 ½	—	76 1
18	41	1	—	—	—	—
17	86	1	—	—	—	—
17	28	1	—	—	—	—
17	02	1	—	—	—	—
16	56	2	58 1	54 1	—	55 3
15	99	1	—	—	—	—
15	44	1	—	—	—	—
14	65	1	—	—	—	—
14	06	2	—	—	—	—
13	40	5	44 2	42 4	—	39 5
12	81	1	—	—	—	—

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
6011	96	1	99 1	89 1/2	—	93 1
11	55	1	62 1	52 1/2	—	52 1
11	04	1	—	—	—	—
10	44	2	50 1	43 1/2	—	40 1
10	09	1	—	—	—	—
09	68	1	—	—	—	—
09	03	1	—	—	—	—
08	47	1	58 1	—	—	—
07	88	2	88 1	81 1	—	85 2
06	80	4	88 2	—	—	79 4
06	21	2	—	17 1	—	17 2
05	85	4	90 2	83 3	—	84 4
05	33	1	—	—	—	—
04	50	1	—	—	—	—
04	03	1	—	—	—	—
03	66	2	68 1	63 1/2	—	64 1
03	09	1	—	—	—	—
02	68	1	—	—	—	—
02	27	1	—	—	—	—
01	88	4	95 2	87 3 v	—	88 3
00	86	1	—	—	—	—
00	17	2	23 1	13 1/2	—	16 2
5999	31	1	—	—	—	—
98	46	1	—	—	—	—
98	11	1	—	—	—	—
97	77	1	—	—	—	—
97	33	1	—	—	—	—
97	00	3	07 1	6.97 1/2	—	—
96	20	1	—	—	—	—
95	35	4	32 2	31 3	33 1	28 2 u
94	74	1	—	—	—	—
94	29	1	—	—	—	—
93	83	1	—	—	—	—
93	31?	1	—	—	—	—
92	64	3	73 2	62 2 v	—	69 3
91	62	2	68 1	—	—	—
90	85	2	92 1	—	—	86 1
90	22 K?	1 r	—	—	—	—
89	37	3	41 2	33 2	—	42 3
88	79	2	—	78 1 v	—	87 2
88	29	1	—	—	—	—
87	38	2	38 1	38 1/2	—	40 1
86	66	1	—	—	—	—
86	24	2	26 1	18 1/2	—	—
85	40	1 v	—	—	—	—
84	25	1	—	—	—	—
83	57	1	—	—	—	—
82	91	1	—	—	—	—
81	83	2	86 1	81 1/2	—	89 1
81	13	2	23 1	—	—	—

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Funke [25]	
5980	56	1	—		—		—	
79	74	1	—		—		—	
79	39K?	2r	40	1	39	1	—	
78	43	1	48	1	41	$^1/_2$	—	
75	90	5	88	4	88	4	85	2
75	25	2	29	1	19	$^1/_2$	—	
74	62	1u	—		—		—	
73	50	1v	88	1	—		—	
72	80	2	—		—		—	
72	08	3	13	1	07	1	—	
70	75	1	78	1	—		—	
70	25	1	—		—		—	
69	80	1	—		—		—	
69	20	1	—		—		—	
68	60	1	63	1	—		—	
68	08	2	08	1	01	$^1/_2$	—	
67	72	1	—		—		—	
67	36	1	—		—		—	
66	26	4d	36	1	26	3v	—	
64	67	2	68	1	58	$^1/_2$	—	
64	07	1	—		—		—	
63	35	2	38	1	34	$^1/_2$	—	
62	61	1	—		—		—	
60	81	2d	78	1	—		—	
60	17	1	—		—		—	
59	73	3	74	2	—		70	1
59	07	1	—		—		—	
56	77	2	86	1	74	$^1/_2$	—	
56	04	1	—		—		—	
52	88	2	88	1	79	$^1/_2$	—	
52	25	1	—		—		—	
51	21	2	27	1	20	$^1/_2$	—	
50	60	3	65	1	62	1	—	
50	23	1	30	1	—		—	
48	78	1d	—		—		—	
48	19	2	23	1	—		—	
47	64	3	68	1	65	1	—	
47	03	2d	—		—		—	
46	23	1	—		—		—	
45	40	1	—		—		—	
44	88	3	92	1	85	1	—	
43	57K?	2r	58	1	—		—	
42	66	3	72	1	67	1	—	
41	87	2	94	1	—		—	
41	51	3	58	2	51	2	56	1
40	84	5	89	3	84	4	87	1
39	80	1	—		—		—	
38	38	2d	48	1	37	1	—	
37	69	4	76	2	72	3	—	
36	76	1	—		—		—	

	Kiess Bogen [42]	Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [28]	Exner u. Haschek Funke [25]
5936	44 1	—	—	—
34	43 5	40 2	35 2	—
33	58 2	62 1	58 1	—
33	05 1	—	—	—
32	64 1	—	—	—
32	17 2	23 1	14 1	—
31	71 1	73 1	72 1/2	—
29	84 3	90 1	81 1	—
29	46 3	56 1	50 1	—
28	74 2	78 1	—	—
28	32 4	38 3	30 3	35 1
27	76 1	—	—	—
27	31 1	—	—	—
26	28 4	34 2	27 3	—
24	90 2	97 1	89 1	—
24	05 3	09 1	3.99 1	—
23	55 1	62 1	55 1/2	—
22	95 3	3.02 2	98 2	3.02 1
22	11 2	18 1	09 1/2	—
21	32 1u	—	—	—
20	40 3	46 2	34 2	—
19	98 1	—	—	—
19	43 1	—	44 1/2	—
19	06 1	—	—	—
17	43 1	—	—	—
16	68 1	—	—	—
16	29 1	—	—	—
15	57 1	—	—	—
14	84 3	87 1	80 1	—
13	75 1	78 1	—	—
12	88 3d	93 2	88 3	—
12	25 1	—	—	—
10	68 1	17 2	—	—
10	00 5R	9.91 2	10 3	—
09	—	—	84 3	—
09	20 1	31 1	—	—
07	49 2	—	46 1/2	—
06	85 1ud	35 1	—	—
06	00 2	03 2	5.98 2	—
05	27 1d	—	—	—
04	74 1	—	—	—
03	03 1	—	—	—
02	65 2	63 1	—	—
01	33 3	38 1	27 2	—
00	66 2	71 1	63 1/2	—
5899	70 2	74 1	68 1/2	—
99	23 1	—	—	—
98	89 1	—	—	—
98	10 2	13 1	08 1	—
97	72 1	68 1	64 1	—
5896	34 3r	—	—	—
95	85 Na 3d	—	—	—
94	93 2	5.0 1u	87 1	—
94	32 1	34 1	27 1	—
93	90 1	—	—	—
93	24 3	28 1	18 3	—
92	48 2	50 1	56 1	—
91	29 1	—	—	—
89	60 3	77 2	63 2	—
88	99 1	—	—	—
88	50 2	52 1	48 1	—
88	00 1	—	—	—
87	55 2	58 1	49 1	—
86	69 1	—	—	—
86	26 1	31 1	19 1	—
85	82 1	—	—	—
84	89 1d	98 1	—	—
82	69 2	—	—	—
81	69 2	78 1	69 1	—
80	97 1	—	—	—
80	43 1	—	—	—
79	92 1	—	—	—
78	94 3	9.0 1u	90 2	—
78	07 2	1 1u	10 1	—
77	69 1	—	—	—
76	44 1	—	—	—
75	85 1	—	—	—
73	91 2	—	93 1	—
72	94 2d	—	—	—
72	80 1	—	—	—
71	61 4	60 2	54 3	—
70	85 1	88 1	84 1	—
70	34 1	—	—	—
69	97 1	—	—	—
69	32 1d	—	—	—
68	49 1	—	—	—
67	89 1	—	—	—
65	75 1	—	—	—
65	16 1	—	—	—
64	53 1	—	—	—
63	86 1	—	—	—
62	50 5	50 3	46 4	—
59	87 3	89 1	84 2	—
58	56 2	58 1	50 1	—
58	19 2	—	04 2	—
57	60 1	—	—	—
57	12 3	14 1	07 2	—
56	64 1	—	—	—
55	19 1	21 1	10 1	—
54	85 1	—	—	—

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Funke [25]	
5853	68	3	72	1	60	1	—	
53	34	3	36	1	24	2	—	
53	07	3u	13	1	01	2	—	
51	08	3	11	1	00	2	—	
49	56	1r	—		—		—	
48	86	2	88	1	78	1	—	
48	32	2	35	1	29	1	—	
47	61	1v	72	1	—		—	
46	73	1	—		—		—	
45	98	3	98	1	87	1	—	
45	37	1	—		37	1	—	
44	36	2u	—		—		—	
43	73	3	78	1	66	2	—	
43	10	2	15	1	—		—	
42	11	1	18	1	02	1	—	
39	36	3	42	1	26	2	—	
38	88	1	—		—		—	
38	13	4	18	3	06	3	14	1
37	66	1	—		—		—	
35	84	5	90	3	75	3	—	
34	25	2	32	1	17	1	—	
32	88	1d	—		—		—	
32	29	1	37	1	—		—	
31	92	5	99	3	81	3	—	
31	37 Cu?	2	47	1	29	1	—	
30	67	1	—		63	1	—	
30	08	3d	23	1	02	2	—	
29	33	1	—		—		—	
28	82	1	—				—	
28	40 Cu?	1	—		—		—	
27	25	2	32	1	15	1	—	
26	88	1	35	1	—		—	
26	56	1	64	1	—		—	
25	22	1ud?	—		—		—	
24	60	1	—		—		—	
23	46	2	53	1	37	1	—	
22	99	3	3.07	2	92	2	—	
20	80	1	—		—		—	
20	38	3ud?	46	1	29	2	—	
18	80	1	9	1u	49	1	—	
17	78	2	84	1	—		—	
17	06	1	—		—		—	
16	41	1	—		—		—	
15	91	1	—		—		—	
15	47	2	54	1	43	1	—	
12	93	6	97	3	82	4	—	
11	83	1	89	1	79	1	—	
10	73	3	78	2	67	3	—	
09	72	1	—		—		—	
09	35	1d	—		—		—	

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
5807	50	1	—	—	—	
07	07	1	—	—	—	
06	53	1d	—	—	—	
06	15	2	23 1	08 1	—	
04	96	1	—	98 1	—	
04	42	4	49 2	39 3	—	
03	23	1	28 1	—	—	
02	89	1	85 1	—	—	
01	61	1	—	—	—	
01	16	1	—	—	—	
00	33	1	—	29 1	—	
5799	80	3	84 2	81 1	81 1	85 1
99	38	1	—	—	—	—
98	09	2d	—	—	—	—
97	40	2	47 1	42 1	—	—
96	45	1	51 1	—	—	—
96	05	3d	14 1	06 2	—	13 1
95	27	1	33 1	22 1	—	—
94	79	2	84 1	76 1	—	—
94	32	1	—	—	—	—
92	96	1	—	—	—	—
92	38	1	—	—	—	—
91	67	2	73 1	61 1	—	71 1
91	32	2	38 1	31 1	—	—
89	95?	3d	—	—	—	—
88	58	1	58 1	48 1	—	—
88	14	5	17 3	09 4	—	19 5
87	21	2	23 1	18 1	—	23 1
86	85	2	88 1	89 1	—	—
85	76	1	—	—	—	—
84	86	3	88 1	81 2	—	89 3
83	99	3	4.00 2	97 2	1 1u	98 1
82	80	1	83 1	77 1	—	80 2
82	43	2	45 1	44 2	—	44 2
80	75	1	—	—	—	—
80	22	2	—	—	—	—
79	28	2	—	—	—	—
78	35?	3u	43 1	—	—	—
77	26	1	—	27 1	—	—
76	73	1	—	—	—	—
76	23	2	—	—	—	—
75	80	2	83 1	81 1	—	—
75	03	2	07 1	06 1	—	03 1
74	37	2	—	—	—	—
73	58	3	6 1u	54 2v	—	60 2
73	04	5	13 2	12 4v	—	14 5
72	23	3	28 1	21 2	—	28 1
71	97	2	99 1	2.00 2	—	—
71	55	1	—	—	—	—
70	45	3	42 1	46 2v	—	39 1

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Funke [25]		Laufenberg Bogen [26]	
5769	95	2	97	1	94	1	—		94	1
68	94	5	92	3	97	4	93	1	90	3
68	05	1	—		—		—		—	
66	43	2ud?	—		—		—		—	
65	34	3	34	1	36	2	—		32	2
64	72	3d	73	1	77	1	—		74	1
63	36	1	—		—		—		—	
63	00	2	—		11	1	—		—	
62	57	1	—		—		—		—	
60	97	2	95	1	1.00	1	—		—	
60	59	2	59	1	67	1	—		—	
60	16	1	17	1	—		—		—	
58	79	1	—		—		—		—	
58	24	3	28	1	27	3	—		—	
57	48	1	—		—		—		—	
56	59	1d	—		—		—		—	
56	00	1	—		—		—		—	
55	42	1	—		—		—		—	
54	71	1	—		—		—		—	
54	05	1	—		—		—		—	
53	03	1	—		—		—		—	
52	51	2	—		54	1	—		—	
52	12	1	—		—		—		—	
51	20	1	—		—		—		—	
50	64	1	—		69	1	—		—	
49	36	1	46	1	—		—		—	
48	94	2	—		9.00	1	—		—	
48	29	1	—		—		—		—	
47	36	1	—		—		—		—	
46	92	1	—		—		—		—	
46	48	2	50	1	57	1	—		—	
46	05	1	—		—		—		—	
44	68	2	—		72	1	—		67	1
44	35	1	—		—		—		—	
43	52	5	56	3	59	4	—		51	4
42	45	1d	—		—		—		—	
41	92	1	—		—		—		—	
41	18	1	—		—		—		—	
40	20	1u	—		—		—		—	
39	63	2	64	1	70	1	—		—	
39	17	1d	—		—		—		—	
38	32	2	—		45	1	—		—	
37	75	1	—		—		—		—	
37	49	1	—		—		—		—	
37	08	1	—		—		—		—	
36	58	1	—		—		—		—	
35	77	2ud	68	1	79	1	—		68	1
33	85	2ud	93	1	93	2	—		—	
31	91	1	88	1	—		—		—	
31	28	1	—		—		—		—	

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Funke [25]		Laufenberg Bogen [26]	
5730	81	1	—		—		—		—	
30	46	1	48	1	51	1	—		—	
29	38	2	38	1	42	1	—		—	
28	63	1	—		—		—		—	
28	06	1	—		—		—		—	
27	27	2	24	1	34	1	—		24	1
26	15	2	13	1	—				12	1
25	85	4	84	2	83	3	—		83	4
24	96	1	—		—		—		—	
24	47	1	—		—		—		—	
23	25	1	—		—		—		—	
22	62	1	—		—		—		—	
21	97	8	98	1	2.02	2	—		96	2
20	78	1rd?	—		—		—		—	
19	55	2	—		—		—		—	
19	09	5	04	3	01	4	—		02	6
18	42	3ud?	59	1	53	2v	—		58	1
16	49	3	48	1	56	2			47	1
15	28	3	27	2	30	2	25	1	26	2
14	88	1	—		—		—		—	
13	86	1	—		—		—		—	
12	29	2	31	1	33	1	—		28	1
11	45	3	47	2	44	3	46	1	43	2
10	83	1	—		—		—		—	
10	07	1	—		07	1	—		—	
09	64	1	—		—		—		—	
09	06	2	—		12	1	—		—	
08	49	1	—		—		—		—	
07	44	2	—		46	1	—		—	
06	87	1	—		—		—		—	
06	21	1u	—		—		—		—	
04	53	1d	—		—		—		—	
03	25	3	22	1	19	2	23	1	22	2
02	84	3	81	1	—		—		—	
01	51	1	—		—		—		—	
5699	24	5	21	3	21	3	22	1	24	6
97	02	5	6.99	3	6.94	3	00	1	00	6
95	88	4	85	2	82	2	88	1	84	2
94	93	1ud?	—		—		—		—	
94	04	1	—		—		—		—	
92	98	5	98	2	93	2	—		94	3
92	12	2	14	1	10	1	—		12	1
91	48	2	48	1	45	1	—		47	1u
90	35	1ud?	—		—		—		—	
89	90	2u	—		—		—		—	
88	48	2	45	1	—		—		50	1
88	12	1	09	1	—		—		—	
87	82	1	80	1	—		—		—	
85	86	4	88	2	79	2	83	1	84	3
84	94	2	98	1	90	2	—		—	

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Funke [25]		Laufenberg Bogen [26]	
5684	38	1	—		—		—		—	
83	77	3	74	1	72	1	76	1	75	2
83	12	2	11	1	—		11	1	—	
82	77	2	—		—		—		—	
82	22	1	—		—		—		—	
81	77	1	—		—		—		—	
80	27	2	26	1	22	2	28	1	26	1
78	98	2	9.01	1	98	2	9.03	1	9.03	1u
78	33	1	—		—		—		—	
77	76	5	73	2	72	2	74	1	76	4
77	24	1	24	1	—		—		26	1
76	89	3	86	1	88	1	—		89	2
76	38	1	—		—		—		—	
75	10	2	09	1	08	1	—		11	1
73	73	1	—		—		—		—	
71	92	3	88	1	91	1	—		89	2
71	42	2	—		37	1	—		—	
70	75	1	—		—		—		—	
69	97	6	96	4	92	3	97	1	96	5
68	94	4	89	4	88	2	92	2	92	4
68	00	1	7.95	1	—		—		—	
67	67	1	—		—		—		—	
67	14	1	—		—		—		—	
65	38	1	34	1	33	1	—		35	1
64	68	2	68	1	—		—		68	1
64	00	5	3.97	2	3.92	2	—		3.98	3
63	48	2	47	1	—		—		—	
63	24	3	19	1	—		—		—	
62	72	1	—		—		—		—	
61	19	1	—		—		—		—	
60	48	1	47	1	—		—		—	
59	81	2	78	1	—		—		—	
58	25	1	—		—		—		—	
56	89K?	1r	—		—		—		—	
56	21	2	18	1	—		—		—	
55	17	6	14	3	12	2	15	1	14	5
53	51	1	—		—		—		—	
52	98	2	—		—		—		—	
52	20	1	—		—		—		—	
51	28	1	—		—		—		—	
50	59	3	60	1	58	2	—		57	2u
49	29	1	—		—		—		—	
47	74	1	—		—		—		—	
47	09	2	—		—		—		—	
46	60	3	55	1	—		—		56	1
45	96	1	—		—		—		—	
45	45	1	—		—		—		—	
44	72	2ud	—		—		—		—	
44	29	1	—		—		—		—	
43	88	1	—		—		—		—	

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
5642	80	1	—	—		—
41	71	1	—	—	—	—
41	43	1		—	—	—
40	78	2	78 1	—	—	—
40	14	2	14 1	—	—	—
38	66	2 vd?	—	—	—	
38	18	4	15 2	12 2 v	—	19 3 u
37	87	3	36 2	31 2	38 1	34 3
36	91	1	—	—	—	
36	44	1		—	—	—
35	28	1	—	—	—	—
34	48	2	44 1	—	—	44 1
33	48	1	—	—		—
33	09	4	09 1	04 2		08 2 u
32	49	3	48 1	44 1	—	46 2
32	07	1 d	—	—	—	—
31	31	1	—	—	—	—
30	98	1	—	—	—	—
30	39	2	37 1	30 1	38 1	—
29	71	1	—	—	—	—
29	01	1	—	—		—
28	17	2 d	21 1	—	—	18 1
27	63	1	—	—	—	—
27	24	1	—	—	—	—
26	78	1	72 1	67 1	—	—
26	01	1	—	—	—	—
25	28	2	28 1	—	—	—
24	84	1	—	—	—	—
23	76	1	76 1	—	—	—
23	00	2	01 1	2.95 1	02 1	2.97 1
22	65	2	—	—	—	—
22	28	1	—	—	—	—
20	88	2	88 1	—	—	—
19	69	1	—	—	—	—
19	36	1	—	—	—	—
18	64	1	—	—	—	—
18	18	1	—	—	—	—
17	46	1	—	—	—	—
17	12	1	—	—	—	—
16	58	1	—	—		—
15	98	4	—	—	—	—
14	75	4	74 2	73 2	—	70 3
14	22	1	—	—	—	—
13	71	3	71 2	69 2	71 1	68 3
12	65	1	—	—	—	—
11	68	1	—	—	—	—
10	93	3	90 1	88 2	89 1	88 3 u
10	—		51 1	—	51 1	—
10	27	4	27 3	31 4	25 1	23 4
09	44	2	48 1	—	—	48 1
08	99	1	—	—	—	—

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Funke [25]		Laufenberg Bogen [26]	
5608	48	1	—		—		—		—	
07	63	1	—		—		—		—	
06	47	2	—		—		—		—	
06	13	1	—		—		—		—	
05	03	1	—		—		—		—	
04	39	2	39	1	23	1	—		—	
04	15	1	—		—		—		—	
03	63	1	—		—		—		—	
02	79	1	—		—		—		—	
01	29	5	30	4	22	3	32	1	25	5
00	18	1	—		—		—		—	
5599	—		08	1	—		08	1	08	1
98	96	3d	88	1	99	2	—		83	1
97	96	3	98	1	92	1	—		93	2
97	13	1	—		—		—		—	
96	54	1d	72	1	59	1	—		—	
95	89	4	89	3	87	3	92	1	86	3
94	97	3	99	2	—		98	1	94	2
94	74	2	73	2	—		73	1	—	
94	17	1	—		—		—		—	
93	72	2	73	1	—		—		—	
92	16	1	—		—		—		—	
90	52	2	56	1	—		—		—	
90	13	2	18	1	—		—		—	
89	25	1	23	1	—		—		—	
88	33	3	34	1	—		—		31	2
88	12	1	10	1	—		—		—	
86	72	2	—		—		—		—	
85	48	1	—		—		—		—	
84	72	3d	67	1	61	1	—		62	1
83	87	1d?	—		—		—		—	
82	70	4	74	2	—		—		70	2
82	58	2	59	2	58	3	60	1	53	2
79	50	1	—		—		—		—	
79	24	1	—		—		—		—	
78	92	2	92	1	85	1	—		88	2
78	29	3	29	1	25	1	—		26	2
77	28	2	29	1	—		—		26	1
77	05	1	—		—		—		—	
76	04	1	—		—		—		—	
75	08	1	08	1	03	1	—		—	
73	12	1	—		—		—		—	
72	23	3	21	1	15	1	—		19	1
71	61	1	—		—		—		—	
70	94	2	93	1	—		—		—	
70	48	1	—		—		—		—	
69	30	2	—		—		—		—	
68	79	1	—		—		—		—	
67	82	3	83	1	74	2	—		80	2
67	52	1	—		—		—		—	

	Kiess Bogen [42]		Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Funke [25]		Laufenberg Bogen [26]	
5566	49	2	44	1	38	1	-		45	1
65	97	4	96	3	92	3	98	1	95	3
65	28	1	26	1	—		—		25	1
64	99	5	96	3	95	4	98	1	95	4
64	26	3	23	1	21	1	—		23	2
63	02	3	2.99	1	2.96	1	—		2.99	2
62	21	2	18	1	—				—	
61	46	2	44	2	41	2	46	1	43	1
60	96	1	—		—		—			
60	06	2	—		—		—		-	
59	22	4	21	2	18	2	23	1	18	2
58	65	2	67	1	—		-		61	1
58	31	1	—		—		—		—	
56	95	3	92	3	91	2	96	2	93	3
56	26	5	26	3	33	3	28	1	23	3
54	36	1	34	1	—		—		—	
52	30	1	33	1	—		—			
51	68	1	71	1	-		—		—	
51	40	1	45	1	—		—		39	1
50	64	1	65	1	—		—		—	
50	03	2	04	2	9.98	3	04	1	01	2
48	81	4	79	2	75	3	78	1	78	3
47	48	1	48	1	—		—		—	
46	86	1	88	1	—		—		—	
46	52	1	51	1	45	1v	—		—	
46	16	1	—		—		—		—	
45	50	1	—		—		—		—	
44	65	2	62	1	58	1	—		60	1
44	12	1	—		—		—		—	
43	70	1	78	1	70	1	—		—	
42	77	2	78	1	70	1	—		—	
42	13	1	08	1	—		—		—	
41	25	1	—		—		—		—	
40	57	2	54	1	58	1v	—		51	1
38	61	1	—		—		—		—	
39	24	1	—		—		—			
38	51	1	—		—		—		—	
38	09	1	—		—		—		—	
37	52	3	53	1	37	2	—		52	2
37	26	2	31	1	—		23	1	—	
36	41	1	—		—		—		—	
35	84	1	77	1	—		—		—	
35	25	3	23	2	20	2	23	1	23	2
33	49	1	54	1	—		—		—	
33	21	1	23	1	—		—		—	
32	92	1	—		—		—		—	
32	04	2	02	1	01	1	—		—	
31	18	1	18	1	—		—		—	
30	46	1	43	1	—		—		—	
29	48	1	—		—		—		—	

	Kiess Bogen [42]	Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [28]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
5529	13 1	—	—	—	—
28	75 1	78 1	—	—	—
27	93 1	89 1	—	—	—
27	56 1	—	—	—	—
27	15 2	18 1	—	—	18 1
26	78 2	83 2	78 2	83 1	85 1
26	09 1	08 1	—	—	—
25	58 1	—	—	—	—
24	73 1	—	—	—	—
24	42 2	44 1	—	48 1u	—
23	65 1	—	—	—	—
23	01 1	2.98 1	—	—	—
22	50 3	48 1	43 2	—	45 2
21	88 2	84 1	81 2	83 1	—
20	81 1	—	—	—	—
20	20 1	18 1	15 1	20 1	—
19	78 1	—	—	—	—
19	02 1	—	—	—	—
18	52 3	49 3	44 3	49 2	48 3
17	86 1	84 1	—	—	—
17	40 2	38 1	—	—	—
16	32 1	—	—	—	—
16	07 2	07 2	05 2	08 1	08 2
15	37 1	—	—	—	—
15	23 1	—	—	—	—
14	23 1	18 1	18 1	—	—
13	14 2	10 1	05 2	13 1	10 1
12	08 6	05 10	05 5	07 3	08 6
11	61 2	—	—	—	—
11	19 1	—	—	—	—
10	70 2	67 1	62 1	—	67 1
09	44 1	43 1	39 1	48 1	—
09	02 1	8.95 1	—	—	—
08	04 1	—	—	—	—
06	48 2	—	44 1	—	—
06	04 2	13 1	00 1	—	—
05	52 1	—	—	—	—
05	11 1	—	—	—	—
04	56 1	59 1	—	—	—
04	19 1	—	—	—	—
03	55 1	—	—	—	—
02	80 1	—	—	—	—
01	79 1	—	—	—	—
01	43 1	—	—	—	—
00	91 1	—	—	—	—
5498		18 2	15 2	—	15 2
91		09 1	00 1	—	08 1
86		04 1u	5.95 1	—	—
84		86 1	81 2	85 1	—
83		44 1u	38 2	—	—

	Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
5481	99 1	91 2	—	96 2
81	34 1	—	31 1	—
81	14 1	18 2 v	—	—
78	60 1	54 2	—	62 2
73	52 1	41 2	—	52 1
72	84 1	—	—	86 1
72	28 5	23 6	27 3	28 4
70	46 1	42 1	—	—
68	85 4	30 4	36 3	87 4
65	34 2	26 3	—	83 3
64	20 2	13 3	20 1	20 3
60	08 2	00 3	05 1	05 2
59	21 2	13 3	19 1	19 2
58	85 1	—	—	83 1
58	13 1	03 2	12 1	11 1
57	89 1	—	—	84 1
57	21 1	13 2	—	20 2
56	39 1	35 2	—	88 2
53	98 1	94 2	—	95 1
51	79 1	70 2	—	72 1
51	15 1	14 2	24 1	—
50	04 1	00 1 v	—	02 1
49	27 2	21 4	29 1	24 3
46	47 1	34 3 v	—	44 1
46	19 1	—	—	17 1
45	45 1	37 2 v	—	—
41	74 1	76 2	77 1	—
38	45 1	35 2	—	—
37	89 1	90 2	—	—
35	24 1	20 2	—	—
33	94 1	91 1	—	—
33	36 1	33 2	—	—
30	28 1	26 2 v	—	22 1
28	87 1	85 1	—	—
27	28 1	33 3 v	—	23 1
26	56 1	48 2 v	—	—
23	46 1	39 2	—	42 1
22	26 1	20 2	—	26 1
20	40 2	32 3	—	88 2
18	70 1	65 2	—	69 1
17	83 1	79 2	84 1	82 1
14	14 1	05 2	—	09 1
11	82 1	72 2	—	—
10	05 1	00 2	—	—
09	27 4	19 3	26 3	21 4
06	63 1	58 1	—	—
04	—	23 2	—	—
01	19 1	14 2	—	19 1
5399	61 1	56 2	—	57 1
99	04 1	00 1	—	04 1
5398	50 1	43 2	—	49 1
98	01 1	—		7.98 1
97	65 2	60 3	—	63 3
95	75 1	61 1	—	69 1
95	28 1	21 1	—	25 2
94	91 1	84 1	—	87 2
93	42 5	32 10	42 3	39 5
91	89 1	80 1	—	—
86	80 2	72 4	76 1	77 3
86	85 2	28 3	—	31 3
84	10 1	8.99 1	—	—
82	60 1	58 2	—	56 1
79	95 1	92 2 v		90 1
78	81 1	27 2	32 1	—
69	12 1	13 2	—	—
67	96 1	90 1	—	—
63	36 1	27 3	—	32 3
59	91 1	84 2	—	—
59	51 1	42 3	51 1	49 1
57	21 1	12 2	—	18 1
56	88 1	33 1		—
55	61 1	—	—	58 1
55	19 1	14 2	—	17 1
53	53 3	—	52 5	52 6
52	31 1	20 2	—	26 1
51	86 1	30 1	—	—
50	70 1	60 2	—	—
47	81 1	74 3	8 1 u	81 2
46	—	50 2 v	—	—
45	—	17 2	—	—
43	79 1	76 2	—	—
43	25 1	19 2	—	—
37	74 1	70 2	—	78 1
36	20 1	17 3	—	21 3
35	71 2	66 4	—	75 3
34	—	63 2	—	—
33	—	87 2	—	—
32	36 1	24 2	—	—
30	55 4	46 6	56 2	54 5
29	51 1	45 2	—	54 1
28	04 2	7.94 4	—	00 3
23	29 1	32 2 v	—	—
18	07 1	7.99 2	—	—
14	88 1	84 3	—	—
14	37 1	28 2	—	87 1
13	90 1	—	—	91 1
13	72 1	66 2	—	67 3
08	51 2	89 4	—	51 2
05	22 1	27 2	—	—
03	—	92 2	—	—

	Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
5303	30 1	22 3	—	31 2
5299	13 1	10 2	—	—
98	23 1	23 3 v	—	26 1
96	58 2	52 4	—	55 3
94	91 1	87 2 v	—	93 2
94	04 1	00 2	—	03 2
92	47 1	40 1	—	—
90	92 1	87 2	—	90 1
90	—	01 1 v	—	—
88	—	57 1 v	—	—
87	—	55 1 v	—	—
86	79 1	70 2	—	79 1
84	—	78 1 v	—	—
83	—	36 2	—	—
78	76 1	75 2	—	81 1
77	49 1	43 1	—	—
76	9 1 u	76 2 v	—	—
76	23 1	17 1	—	—
75	80 1	—	78 1 u	79 2
74	28 5	—	28 3	28 6
71	87 2	80 4	—	86 3u
71	03 1	0.96 2	—	03 1
70	—	24 2	—	—
69	—	48 2	—	—
65	66 2	60 6	68 2	67 4
64	—	13 3	—	18 3
61	—	60 4	—	67 3
59	9 1 u	75 2	—	—
58	48 1	40 3	—	45 1
56	0 1 u	5.95 1	—	—
54	82 1	80 2	—	81 2
53	43 1 u	40 2	—	—
52	67 1	62 5	70 1	65 3
52	00 1	1.98 3	—	1.97 1
49	18 1	09 1	—	—
47	—	85 2 v	—	—
45	88 2	—	—	89 4
44	47 2	42 3	—	48 3
43	05 1	00 2	—	04 1
41	—	69 3 v	—	—
39	—	88 2 v	—	—
39	—	19 2	—	—
38	48 1	41 3	—	48 2
37	07 1	00 5	08 1 u	05 3
35	—	72 2	—	—
34	00 1	3.95 5	3.98 1 u	00 3
32	—	80 4	—	—
30	88 1	82 2	—	—
30	13 1	—	—	13 1
29	76 2	74 3	—	72 2

	Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Bogen [25]	Laufenberg Bogen [26]
5226	—	36 3	—	—
25	—	53 3	—	48 1
23	47 2	—	—	43 4
22	95 1	95 2	—	91 1
21	93 1	2.00 1 v	—	90 1
20	—	24 2	—	—
16	—	46 2 v	—	—
11	91 2	91 4	—	91 4
11	—	00 1	—	02 1
10	35 1	34 3	—	38 2
09	—	74 3	—	—
08	—	—	44 1	41 4
06	—	—	06 1	03 4
05	50 1	50 3	50 1	49 3
05	13 1	—	—	11 1
04	—	22 2	—	—
03	—	29 2 v	—	26 1
02	53 1 u	53 2 v	—	—
01	39 1	34 3	—	35 3
00	40 1	35 3	—	38 2
00	1 1 u	9.99 3	—	—
5194	—	88 2 v	—	—
91	65 3	58 10	68 1	67 4u
89	23 1	25 1	—	25 1
88	63 1	62 3	—	65 2
87	43 4	45 10	44 2	44 6
83	18 1	19 2	—	18 2
81	91 1	83 3	—	92 2
80	78 1	88 3	—	86 2
78	68 1	66 1	—	—
77	7 1 u	66 1	—	—
74	58 2	50 5	—	58 4
73	—	69 2	—	—
69	74 1	69 2	—	70 1
64	38 1	29 3	—	35 2
63	29 1	18 3	—	—
61	48 2	37 4	—	46 4
59	68 2	58 4	—	67 4
54	39 2	—	—	38 3
53	95 1	89 3	—	—
50	39 1	28 2	—	39 2
49	98 2	—	—	98 2
47	58 2	48 5	56 1	56 4
45	—	01 3 v	—	16 1
42	—	23 2	—	—
40	48 1	43 2	—	49 1
37	—	84 2	—	—
37	15 1	06 2	—	—
35	—	21 2 v	—	—
34	46 1	37 2	—	44 2

	Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
5129	58 2	37 4	—	58 4
24	99 1	96 3	—	5.00 3
22	38 2	34 4	—	41 3
21	37 1	25 2	—	85 1
20	77 1	72 2	—	77 3
19	47 1	49 2	—	—
18	8 1u	72 2	—	—
17	9 1u	84 3	—	93 2
17	16 2	08 5	15 1	16 4
15	61 1	52 2v	—	64 1
15	22 2	07 3	—	28 2
12	68 2	59 3	—	70 3
11	58 1	54 1	—	—
08	3 1u	30 1	—	—
05	—	36 4v	—	21 1
02	—	71 1	—	72 1
5099	—	—	—	85 1
97	—	13 2	—	—
91	75 1	68 2	—	72 2
90	—	91 3	—	86 2
89	6 1u	50 2	—	60 1
86	—	49 2	—	56 1
86	—	11 2	—	16 1
84	—	84 2v	—	—
84	17 1	23 2v	—	—
83	—	31 2v	—	58 1
81	—	81 3v	—	—
80	48 1	46 3	—	48 2
79	68 4	68 6	71 2	68 6
77	84 1	79 3	—	84 3
76	45 2	46 5	52 1	49 4
75	29 3	32 6	34 1	38 5
74	—	62 3	—	72 1u 58 1u
72	—	87 2	—	92 1
71	77 2	68 4	—	77 3
71	63 1	—	—	52 2
67	—	13 3	12 1	15 2
65	88 1	84 3	—	91 3
64	—	69 2	—	—
63	92 1	—	—	94 2
61	—	72 1	—	73 1
59	—	39 2	—	41 1
55	97 1	88 3	—	98 1
55	77 1	—	—	77 2
54	15 1	16 3	—	16 2
53	52 1	35 3v	—	52 1
52	27 1	—	—	24 1
50	98 1	93 1	—	95 1
48	80 1	79 3v	—	81 3

	Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufenberg Bogen [26]
5044	02 3	02 5	02 1	00 5
40	84 2	86 3	—	82 3
39	77 1u	77 3	—	77 2u
37	76 2	76 5	7 1u	76 3
36	59 1	62 4	—	62 1
33	80 1	84 1	—	81 1
31	97 1	94 3	—	96 1
31	72 1	—	—	74 1
30	—	85 2v	—	—
28	25 1	28 3	—	28 2u
27	—	29 3	—	31 1
25	1 1u	27 2v	—	—
22	85 2	86 5	85 1	85 4
21	42 2	44 2	—	42 3
17	00 1	07 2	—	02 2
16	49 1	51 1	—	49 2u
13	75 1	76 2	—	73 3
12	47 1	45 1	—	49 2
11	76 2	74 4	75 1	73 4
09	07 3	05 3	—	07 4
05	—	78 2	—	—
04	82 1	83 1	—	—
03	—	46 2	—	—
02	79 1	80 4	77 1	76 3
4998	12 1	87 2v	—	42 1 11 2
	—	—	—	70 2
94	67 2	67 5	6 1u	60 1
	—	—	—	45 1
92	38 1	44 1	—	37 1
91	—	01 3	—	0.99 2
88	67 1	—	—	67 1
87	57 1	67 1	—	64 1
86	—	42 2	—	39 3
84	42 1	51 1	—	41 1
77	14 1	23 2	—	18 2
74	08 1	—	—	07 1
72	19 1	19 1	—	20 1
71	47 2	54 4	50 2	46 4
70	68 1	57 2	—	62 2
68	32 1	40 2	—	35 1
66	37 1	34 1	—	35 1
65	22 1	24 1	—	
61	50 1	49 2	—	
60	87 1	90 1	—	
58	—	44 2	—	
56	45 1	26 2v	—	
54	10 1	06 2	—	
49	52 1	55 2	46 1	
48	66 1	74 1	—	

	Exner u. Haschek Bogen [25]		Eder u. Valenta Bogen [23]		Exner u. Haschek Bogen [25]	
4946	—		61	2	—	
44	60	2	62	4	58	1
43	87	1	81	2	—	
43	46	2	44	3	42	1
41	41	1	08	1	—	
40	—		34	1	—	
39	12	2	10	2	—	
34	—		09	2	—	
30	—		67	2	—	
28	07	1	06	2	—	
24	27	1	22	1	—	
19	89	1	72	1 v	—	
15	67	2	62	2	—	
15	80	2	—		—	
14	94	2	89	3	92	1
09	97	1	88	2	—	
08	12	1	04	1	—	
04	85	1	71	3	—	
01	67	1	58	2	—	
4899	91	2	86	4	—	
98	32	1	28	2	—	
97	82	1	80	2	—	
97	12	1	03	1	—	
96	0	1 u	5.95	1	—	
95	6	1 u	48	2	—	
94	75	1	—		—	
93	96	2	91	4	92	2
91	83	1	79	3	82	1
91	80	1	—		26	1
89	57	2	57	1	—	
87	1	1 u	09	1	—	
86	17	1	18	1	—	
85	27	1	20	2	—	
82	47	4	42	5	43	3
77	60	1	45	2	—	
74	00	2	3.94	4	3.95	1
72	92	1	81	1	—	
68	62	1	57	2	—	
66	44	1	36	2	37	1
65	12	1	11	2	12	1
63	—		68	2	—	
63	20	2	19	3	—	
62	52	1	50	2	—	
61	72	1	74	1	—	
59	46	2			53	1
58	71	2			72	1
53	59	2			—	
52	66	2			—	
50	88	1			87	1
50	72	1 u			72	1

	Exner u. Haschek			
	Bogen [25]		Funke [25]	
4850	21	1	22	1
49	89	1	91	1
47	79	4	82	2
46	53	2	56	1
45	47	3	52	1
43	02	2	—	
39	61	1	62	1
38	42	1	5	1 u
36	66	2	67	1
35	63	2	63	1
34	02	2	—	
22	58	3	55	1
22	11	1	12	1
21	17	1	07	1
20	61	2	—	
20	02	2	03	1
18	55	1	55	1
18	27	1	32	1
12	49	1	52	1
08	57	1	61	1
07	66	1	67	1
06	22	1	19	1
05	93	2	93	1
00	93	2	98	1
4797	41	1	37	1
95	57	2	57	1
95	22	2	21	1
93	38	1	38	1
93	14	1	17	1
88	27	1	29	1
87	16	1	17	1
86	54	2	—	
84	77	2	81	1
83	97	2	97	1
82	23	1	22	1
81	72	1	79	1
78	26	2	—	
77	22	1	22	1
76	85	1	87	1
76	24	1	29	1
75	81	1	78	1
75	44	1	47	1
74	78	1	82	1
73	92	4	93	3
68	77	2	78	2
68	21	1	20	1
65	76	1	87	1
65	28	1	28	1
64	77	1	77	1
64	48	1	07	1

	Exner u. Haschek			
	Bogen [25]		Funke [25]	
4763	92	2	93	1
59	92	1	92	1
58	53	1	52	1
57	83	3	87	2
56	12	1	12	1
55	51	2	51	1
53	64	1	66	1
52	80	1	80	1
51	54	1	56	1
49	50	1	51	1
49	22	1	22	1
48	22	1	23	1
47	18	3	12	2
44	91	3	93	2
42	—		47	1
42	22	1	80	1
41	62	2	62	1
39	49	3	51	2
39	12	1	12	1
37	24	4	24	3
35	32	1	15	1
33	52	2	38	1
30	10	2	09	2
27	60	1	62	1
26	84	1	84	1
25	11	3	08	2
24	84	2	—	
24	80	2	82	1
23	83	2	82	1
22	74	1	75	1
22	31	2	80	1
19	52	1	49	1
17	85	2	87	2
14	88	2	82	2
14	00	3	00	3
12	46	1	43	1
10	02	1	9.98	1
07	94	2	92	1
07	26	2	22	1
07	02	1	01	1
06	48	1	48	1
05	85	1	82	1
04	01	2	00	1
02	72	2	71	1
02	02	2	00	1
01	46	2	44	1
4696	77	1	78	1
96	52	1	55	1
94	88	2	89	1
94	87	1	89	1

	Exner u. Haschek Bogen [25]		Funke [25]	
4692	02	2	05	1
90	51	1	52	1
90	17	1	17	1
89	48	1	47	1
88	89	2	89	1
87	61	1	61	1
86	76	2	77	2
85	21	2	22	1
84	61	4	61	3
83	08	1	07	1
81	01	2	01	1
80	47	1	45	1
80	12	3	12	2
78	61	1	62	1
78	03	1	00	1
74	49	1	45	1
71	42	1	38	1
70	92	1	91	1
70	76	2	72	2
70	12	1	09	1
69	51	2	50	2
66	70	1	70	1
65	28	1	27	1
64	11	1	12	1
63	22	2	22	2
61	64	2	00	1
59	95	1	98	1
59	41	2	39	2
58	37	1	36	1
57	85	1	82	1
57	22	1	20	1
57	08	1	02	1
56	02	1	5.96	1
54	30	3	25	2
50	52	2	49	1
49	89	1	85	1
48	82	1	97	1
47	36	1	39	1
47	24	1	25	1
44	22	2	21	2
43	77	1	77	1
42	28	1	24	1
41	06	1	00	1
40	47	1	42	1
38	75	1	73	1
36	72	1	72	1
33	58	1	59	1
32	30	3	29	1
30	79	1	80	1
28	15	10	15	10
26	47	1	17	1

	Exner u. Haschek Bogen [25]		Funke [25]	
4624	90	3	90	4
24	35	1	37	1
24	22	1	22	1
23	47	1	47	1
21	7	1 u	7	1 u
18	95	1	97	1
15	21	2	16	1
13	02	2	02	2
11	55	2	55	2
10	45	1	46	1
08	74	1	75	1
08	47	2	48	1
06	41	4	40	5
05	47	1	49	1
04	21	1	22	1
01	37	1	40	1
00	74	1	76	1
4599	02	1	02	1
97	16	1	16	1
96	95	1	97	1
93	93	10	94	10
91	11	2	12	3
90	18	1	19	1
89	37	1	38	1
89	14	1	17	1
88	38	2	41	1
84	18	1	15	1
83	07	1	05	1
82	49	5	48	4
81	07	1	06	1
79	23	2	21	3
78	76	2	76	2
76	78	1	77	1
76	44	2	46	1
75	76	1	78	1
72	77	2	78	2
72	27	10	28	10
71	47	1	47	1
70	63	1	65	1
69	65	2	68	2
67	38	1	39	1
67	12	1	15	1
65	84	4	83	4
65	24	2	26	1
64	76	1	76	1
63	35	1	35	1
63	02	1	00	1
62	34	10	34	10
61	56	1	56	1
60	95	4	96	3
60	26	5	28	5

	Exner u. Haschek Bogen [25]		Funke [25]		Klein Bogen [37]	
4558	88	1	88	1		
58	59	2	61	2		
58	02	1	05	1		
57	39	1	40	1		
57	02	1	02	1		
55	42	2	41	3		
54	54	1	53	1		
53	08	1	08	1		
51	31	3	31	3		
50	31	2	32	2		
49	63	2	64	2		
48	88	2	88	1		
46	04	2			066	3
45	43	1	--		46	5
44	95	3	93	3	961	5
39	78	10	78	5	755	9
39	06	2	05	2	076	4
37	89	2	88	2	878	3
36	89	2	89	2	893	4
32	47	2	48	2	498	4
28	47	10	46	5	479	8
27	34	10	35	5	854	9r
23	08	8	09	5	082	8
21			..		961	8
20			--		827	2u
19			58	3	598	4
18			02	1	081	3
15			83	2	855	4
11			65	2	—	
10			93	2	—	
10			14	2	171	2
09			19	3	176	41
08			08	2	084	4
06			—		416	4
00			35	2	844	4
4497			85	3	849	5
96			25	2	286	4
95			38	2	389	4
94			23	2	226	4
86			89	4	909	9
85			52	2	517	3
84			79	2	818	4
83			89	4	900	7
79			34	4	857	8
74			68	1	701	3
72			70	3	716	6
71			23	5	240	1
67			58	3	587	5
64			70	2	708	4
64			18	1	176	4
63			39	4	411	6

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
4461	138	6	13	4
60	212	10	21	10
55	654	3	64	1
54	988	3	98	1
54	—		75	2
52	560	2 v	57	2
50	735	7	74	4
49	636	3	60	2
49	335	9	33	4
44	703	6	68	4
44	397	6	36	3
43	752	4	73	2
40	885	4	86	1
39	247	3	22	2
37	614	4	59	2
34	—		93	2
30	000	2	00	2
29	272	7	25	5
28	441	5	43	3
27	922	6	91	3
27	075	5	07	3
23	682	5	67	3
23	447	3	—	
19	297	3	28	1
18	782	7	80	5
16	907	4	87	3
13	808	2	81	2
13	198	3	21	2
12	028	4	08	2
10	768	4	76	2
10	645	5	67	2
08	864	3 u	86	2
07	280	4	28	2
05	478	4	48	1
03	304	3	32	1
00	872	3	88	2
00	542	3	53	2
4399	205	6	21	3
98	789	5	79	2
96	585	3 R	58	2
94	782	3	78	2
93	192	4	20	2
91	668	3	64	3
90	281	4	30	2
88	010	3	7.98	2
87	068	3	08	1
86	—		80	2
86	703?	5	69	2
86	372	3	36	1
82	178	3	17	5

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
4381	781	4	78	2
80	062	3	08	2
75	93	8	92	3
75	176	3	18	1
73	819	6	82	3
73	219	3	23	1
72	400	4	41	2
69	242	4	23	2
68	231	4	20	2
67	570?	5	54	1
67	001	4	6.98	2
64	659	3	63	5
61	655	6	65	2
61	358	3	35	1
60	441	3 v	44	1
60	172	4	16	2
59	070	4	06	2
57	907	3	91	1
56	751	3	77	1
54	876	3 v	87	1
53	500	3	43	3
53	369	5	—	
52	—		71	3
50	501	3	48	1
49	788	8	80	4
48	190	3	19	1
47	599	3	63	1
46	430	3	40	1
45	960	5	90	2
44	808	3	83	1
43	562	3	61	1
42	484	3	49	1
42	148	3	15	1
39	817	6	80	4
37	776	9	74	4
36	253	6	24	3
34	869	3	89	1
32	710	5	73	3
31	762	4	79	3
30	446	6	45	3
26	828	3	81	1
24	790	5	82	3
24	596	3	—	
20	726	8	75	3
17	332	4	31	2
15	411	3	36	2
11	594	4	60	2
10	701	5	71	2
10	392	4	38	1
09	742	7	76	3

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
4309	583	3	—	
06	725	8	76	4
05	142	6	14	3
04	723	4	74	1
04	279	3	31	1
02	656	3	68	1
00	864	3	85	1
00	333	8	34	4
4299	364	6	36	2
99	095	3	08	1
96	784	7	72	8
96	680	9	—	
96	875	3	87	1
96	074	6	09	2
94	756	3	80	1
92	768	4	78	1
92	585	4	70	1
89	938	9	95	6
89	457	5	48	2
88	670	1	68	2
86	920	5	—	
85	370	6	39	3
81	157	3	14	1
80	997	3	1.03	1
80	142	4	17	1
78	867	5	87	2
75	566	4	54	1
73	445	3	49	2
70	720	6	74	3
70	193	6	20	3
69	254	4	25	2
67	221	3	29	1
64	373	3	39	1
63	428	4	43	2
61	166	3	17	1
59	749	4	77	1
57	121	4	14	1
56	159	5	16	2
55	993	4	—	
55	787	8	78	3
54	732	3 R	74	1
53	369	6	38	2
51	861	3	87	1
48	672	8	65	6
46	719	7	70	3
45	975	6	93	5
45	881	3	—	
43	763	3 R	74	1
42	726	7	74	3
42	012	4	04	1

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
4239	909	9	93	5
39	656	3	—	
36	356	4	35	1
36	021	4	01	1
34	213	2	23	2
33	197	8	22	1
32	561	4	—	
32	050	4	04	1
31	749	5	78	2
28	298	3	30	1
27	748	7	77	4
23	884	4	91	1
22	604	10	64	5r
21	171	3	17	1
20	496	2u	—	
17	590	6	55?	3
14	040	5	04	2
13	035	3v	06	1
09	995	3	0.04	1
09	409	4v	43	2
04	787	8R	74	1
02	947	8	94	5
01	324	2	29	4
01	241	4	—	
4198	722	5	69	6
98	433	4	42	1
98	000	5	7.99	2
97	671	4	67	1
97	515	3	59	1
96	338	8	32	4
95	821	3	82	1
94	908	4	88	3
93	874	5	86	3
93	284	6	29	4
93	105	7	05	4
91	032	2	04	2
90	621	5	63	2
87	324	6	33	3
86	598	10	55	10
85	334	5	35	3
81	081	5	09	3
76	706	5	67	3
76	082	3	06	1
75	236	3	24	1
74	477	3	45	1
69	880	6	84	5
69	775	3	80	3
67	809	4	—	
66	882	6	87	5
66	655	3	69	1
4165	606	9	59	10
63	527	4	54	4
62	632	4	63	2
61	172	3	18	2
60	181	2	19	2
60	114	2	—	
59	036	5	04	4
55	535	3	58	2
54	046	2u	—	
53	133	4	14	1
51	975	8	2.08	10
50	913	5	93	3
49	939	10R	93	10
48	904	4	91	3
48	164	2	19	2
46	233	6	25	4
44	992	6	5.04	8
44	490	6	51	3
42	823	3	83	2
42	394	7	44	5
38	856	3	36	2
38	102	3	10	2
37	644	9	63	10
37	478	4	—	
36	899	2	85	2
35	89	2u	90	2
35	427	4	45	3
33	801	10	83	10
32	680	3	65	1
32	318	3	30	1
31	097	5	11	4
30	707	6	69	4
29	177	2	15	2
28	364	4	38	3
28	067	4	08	3
27	752	6	77	2
27	371	9	36	4
26	658	3	65	1
24	797	6	77	4
23	875	8	86	5r
23	493	6	50	3
23	237	5	—	
20	835	6	85	3
19	890	5	85	8
19	792	4	—	
19	014	4	00	3
18	146	7u	15	6
17	996	2	—	
17	587	5	60	3
17	292	4	30	2
4117	013	5	6.99	3
15	876	7	87	5
14	144	2	14	2
13	727	4	74	2
11	40	5u	39	3
10	841	3	87	1
10	383	5	37	3
09	548	3	55	1
08	256	3	24	1
07	795	3	80	1
07	425	7r	45	4
06	881	5R	88	3
06	187	3	18	2
05	00	6v	00	4
04	431	3	45	1
02	371	3	39	2
01	775	7	77	5
4099	747	3	74	2
98	991	4	99	2
93	963	5	96	2
93	293	3	—	
92	723	4	74	2
92	089	3	10	1
90	950	4	96	2
90	474	3	50	2
89	853	3	—	
89	747	3	76	2
89	006	3	—	
88	860	6	90	2r
87	571	3	55	2
87	371	3	32	2
87	305	4	—	
86	441	3v	46	2
85	246	7	26	3
83	684	4	6	3
83	489	4	—	
83	237	10	25	5
81	224	9	25	4
80	563	2	—	
80	449	5	50	3
79	682	4	70	2
78	609	3	57	3
78	510	4	—	
78	381	7	30	3
77	479	6	45	2
76	243	5	26	2
75	855	7	86	3
75	711	7	70	3
74	797	3	—	
73	754	5	80	3

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
4073	485	9	46	4
72	299	6	95	2
71	355	2	80	3
71	081	3r	14	1
70	852	3u	—	
70	098	2	15	3
68	844	6	86	3
68	453	3	49	2
67	290	5	30	3
66	508	3	55	2
65	167	3	20	2
64	910	3	92	1
63	913	3	98	1
62	949	3	3.00	3
62	229	5	26	4
60	473	4	52	2
58	253	4	29	1
56	901	4	92	2
55	889	3	85	1
55	155	3	20	1
54	994	6	98	3
53	510	7	55	4
52	058	2	05	3
51	998	3	—	
51	428	5	45	2
50	822	3	85	2
49	033	3	05	1
47	276	4	31	1
46	842	6	86	4r
45	322	2	—	
45	227	4	25	4
42	583	7	58	5
41	271	3	30	1
40	760	9	76	3
39	878	3	90	1
38	—		25	2
37	667	5	67	2
37	382	3	40	1
31	336	7	33	4r
30	349	4	35	2
30	163	4	20	1
28	408	8	40	4r
27	870	2	8	2
27	696	3	70	3
25	145	5	16	2
24	493	7	52	5
22	273	5	29	2
19	892	4	90	2
19	054	5	05	2
17	592	2	58	2

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
4015	873	6	87	2
14	894	7	90	4
12	382	10	43	10
10	131	3	15	2
09	087	3R	10	1
07	582	5	70	2
05	635	6	65	2
04	579	4v	58	1
03	768	7	80	4r
02	969	4	86	2
01	821	5	75	2
01	723	5	—	
01	561	4	53	2
01	240	4	—	
01	048	4	08	1
00	676	2	75	1d
3999	234	10	25	6
97	712	4	71	2
97	472	3	—	
96	474	4	4	1
94	581	4	—	
93	818	9	84	4
92	911	6	90	2
92	387	9	37	3
92	131	3	15	1
91	328	3	30	1
90	693	4	70	1
90	411	3v	—	
90	106	5	11?	1
89	442	6	43	3
86	400	3	40	1
84	679	8	67	3r
83	287	6	29	3
82	901	7	91	3
82	169	3	—	
80	894	7	90	3r
79	940	3	96	1
78	649	7	65	3
77	801	4	77	2
75	—		54	2
75	066	6	—	
72	070	6	06	2
71	873	3	—	
71	686	7	—	
70	646	5	65	1
70	045	4	04	2
68	468	3	—	
67	531	3	55	1
67	177	4	18	2
67	048	7	6.94	2

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3964	499	6	51	2
64	185	4	18	2
63	371	3	40	1
62	079	4	08	2
61	—		56	2
60	912	7	93	3
60	375	3	40	1
59	795	4r	82	1
59	610	4	70	1
58	865	5	86	2
58	260	6	25	2
57	963	4	97	2
56	898	4	90	1
56	282	9	29	3
56	049	6	—	
55	917	4	—	
55	364	6	36	2
53	957	4v	97	1
53	661	5	66	2
52	568	9R	60	8r
52	109	3	13	1
51	622	3	65	1
50	436	5	47	1
49	817	3	83	1
49	412	5	—	
47	975	5	99	2
46	706	3	70	1
44	920	4	89	2
44	099	3v	—	
43	891	8	90	3r
43	142	5	15	1
43	002	3	—	
42	751	10	75	5
42	156	8	20	4
40	973	5	99	3
40	665	3v	6	1
40	341	9	34	3
39	662	3	65	1
39	528	3v	55	1
38	088	7	08	2
37	809	3	78	1
35	704	3	—	
33	728	10v	—	
32	146	4	16	2
31	881	5	81	2
31	371	6	35	2
31	092	8	06	2
30	802	4	78	1
29	962	3	95	1
29	121?	3	07	1

λ	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3928	316	4	27	1
27	572	3u	55	1
27	387	4	35	1
24	797	3	80	1
24	650	7	63	2
23	108	6	10	3
21	789	7r	75	3
19	811	6	79	3
18	279	3r	25	3
17	647	5	60	2
17	258	3	21	1
16	939	4u	86	1
16	146	6r	12	2
15	529	5	51	2
14	955	3	94	1
14	171	4	12	1
12	434	3	45	3
12	197	5	19	1
11	302	4	30	1
10	700	3v	67	1
09	987	4	98	1
09	754	3	75	1
09	317	6	32	1
08	545	6	50	2
08	415	7	—	
08	100	3	—	
07	—		40	2r
07	294	3	30	2
06	926	4	95	1
04	349	5	35	2
03	345	4	25	2
01	309	3	32	1
3898	949	5	94	1
98	279	6	27	2
96	808	7	83	3
95	122	6	14	2
93	236	4	25	1
90	986	6	1.01	1
90	757	5	76	1
89	994	8	0.05	3r
89	478	3	46	1
89	304	3	28	1
88	996	3	99	1
88	393	4u	—	
86	496	3	50	1
84	208	3	19	1
83	583	4	53	2
83	—		35	2
82	453	8	45	3
81	878	4	92	2

λ	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3881	682	5	68	2
80	404	3	40	2
79	318	3		
79	065	3	07	1
78	878	9	38	2
76	982	6	7.00	2
76	135	4	12	1
75	—		35	2
75	042	6R	06	2
74	683	4	74	2
71	406	2	42	2
70	878	9	88	2
68	516	2v	54	2
68	138	4	14	2
66	817	3	83	1
65	411	3	—	
62	467	4	50	2
60	897	3r	44	1
59	955	3	—	
57	646	5	68	2
57	240	4	25	2
57	082	5	00	2
55	804	7	30	2
54	826	7	38	3
54	194	6	20	3
53	161	3	17	2
52	—		42	2
50	—		15	2
48	600		58	2
48	106	3	10	1
46	520	3	50	1
45	486	2	45	2
45	275	5	35	1
42	—		98	2
39	494	3	49	1
38	543	7	56	3
37	206	3	18	1
36	—		50	2
36	113	6	10	2
35	899	3	80	1d
35	747	3	—	
34	779	3	75	1
34	555	6	55	2
32	742	4	71	1
31	—		7	2u
31	063	6	06	3
30	556	4	61	2
29	947	2	0.02	2
29	694	4	67	2
29	—		43	2

λ	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3827	972	3	—	
27	375	3	37	2
27	225	3	—	
23	903	6	87	3
21	701	6	75	2
21	269	5	28	2
20	870	5	85	2
20	003	3	—	
19	—		22	2
19	029	5	02	2
18	690	3	69	1
17	748	3	65	1
17	470	6	42	2
15	832	4	—	
15	011	3	4.97	1
14	—		54	2
12	207	5	23	2
11	599	4	62	1
09	500	3	43	1
09	228	6	21	2
08	381	3	—	
08	118	3	10	3r
07	693	5	70	2
03	098	8	10	3r
01	526	10	56	3
00	822	1	32	2
3799	090	3	20	1
99	082	2	0	1
96	675	4	68	1
95	248	5	29	2
94	685	4	70	1
93	521	4	50	1
92	325	6	35	2
91	69	4	70	1
90	383	3	87	1
90	344	3	4	1
88	754	7	78	3r
88	205	3	21	1
87	567	4	58	1d
87	465	3	—	
87	—		18	2
86	684	8	66	3
83	571	5	55	2
82	524	7	55	3
81	621	3	65	3
81	101	3	15	1
76	610	5	60	2
76	148	3	15	1
73	489	3	49	1
73	241	2	22	1

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3773	198	2	—	
72	650	4	65	1
71	605	6	60	2
70	765	5	78	2
69	940	4	96	2
69	048	5	05	1
68	777	5	77	2
66	507	4u	50	1
66	061	3	—	
65	888	3	90	1
65	046	4	04	2
64	118	3	17	3r
63	612	3	65	1
62	977	5	99	3
60	698	3	73	1
59	754	4	—	
57	861	4	86	1
57	—		71	2
57	218	4	—	
55	790	3	—	
55	718	4	71	2
55	421	5	42	2
54	485	5	51	1
53	763	4	80	1
52	848	5	36	2
51	444	4	45	2
50	076	3r	12	2
48	059	5	08	3
46	378	2	39	2
46	257	2	10	1
41	722	3	80	1d
41	393	5v	43	1
40	129	4	16	1
37	734	4	74	2
37	528	3	60	1
33	526	4	55	1
31	874	4	91	1
30	388	4	39	1
29	915	4	97	1
28	998	3	9.0	1
28	421	7	46	3r
28	177	4	15	1
28	022	6	02	2
27	628	6	—	
26	962	4	99	1
26	457	5	48	1
25	674	6	70	2
24	687	5	68	1
22	761	4	80	1
22	289	4	31	1

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3722	099	3	15	1
21	949	4v	—	
19	794	3	83	1
18	377	6	41	3
18	191	6	20	2
16	932	4	98	1
16	365	9	38	3
15	469	4	49	1
15	142	3	15	1
14	779	4	80	1
14	518	3	—	
13	990	3	4.00	1
11	783	3	—	
09	932	3	98	3
09	582	3	—	
09	287	3	33	3r
08	080	3	—	
07	395	4r	42	1
06	938	4	98	1
05	049	3	02	2
04	976	4	—	
02	786	5	82	1
3699	917	6	92	1
99	181	3	20	1
98	649	5	69	1
98	369	4	38	1
98	135	3	13	1
97	669	5	69	1
96	123	3	10	1
95	957	3	6.00	1
94	910	5	92	1
93	712	3	75	1
93	435	4v	44	1
89	681	3	—	
89	157	3	18	1
88	678	3	66	1
87	800	3	81	1
86	267	3	30	1
86	046	3	—	
82	084	6	10	1
81	372	4	40	1
80	858	4	87	1
80	088	4	12	1
79	425	6	43	2
79	157	4	16	1
76	150	5	16	1
74	137	3	15	1
73	636	4	68	1
72	790	6	81	2
72	166	5	21	1

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3671	941	4	97	1
70	516	3	55	1
68	727	4	74	1
67	980	9	8.00	3
67	279	3	29	1
66	023	4	—	
63	705	3	70	1
62	48	3u	—	
61	741	3	75	1
60	640	7	67	2
60	149	4	15	2
59	977	6	98	2
59	227	6	25	2
58	258	3	2	1
57	679	3v	—	
56	752	3	7	1
55	848	10	85	3
54	932	3	91	1
53	669	7	68	2
53	109	5	12	2
52	110	3	12	1
50	880	4	89	2
50	137	3	16	1
47	943	9	98	2
47	541	3	—	
46	963	7	98	2
46	651	4	65	1
45	452	4	46	1
45	23	5u	25	1
44	293	3	30	1
42	823	3	8	1
41	551	3	60	1
40	687	3	7	1
38	282	5	29	1
35	916	7u	—	
33	889	3	—	
32	093	4	09	1
31	191	6	20	1
30	419	4	44	1
29	800	3	—	
28	613	4	—	
28	252	4	25	1
25	368	3	—	
24	151	6	—	
23	840	7	81	3
22	411	3	35	1
22	149	6	15	2
21	155	3	15	1
19	950	3	—	
19	396	3	—	

λ	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3616	204	4	20	1d?
13	700	10R	71	2
12	847	3	85	1
11	848	3	86	1
09	690	7	69	3
07	627	6	65	2
04	199	4	21	1
03	860	3	85	1
01	287	3	—	
00	580	5	61	1
3599	972	4	0.01	1
98	190	5	21	1
96	108	4	12	1
90	595	7	62	2
88	424	4	46	2
87	589	4	65	2
84	83	4u	84	1
83	658	3	68	1
80	776	4	80	1
80	562	4	60	1
77	446	3	46	4r
76	224	6	25	1
75	662	3v	—	
73	701	4	71	1
72	419	4	42	1
70	971	3	—	
69	805	3	29	1
68	818	3	—	
68	119	4	18	1
67	154	3	—	
63	811	3	80	1
62	080	3	—	
60	795	3	84	4r
58	690	3	—	
54	993	6	5.00	2
54	627	3	64	1
52	716	5	78	1
51	651	4	67	2
51	421	3	41	1
48	822	3	83	1
46	997	3	7.02	1
46	182	4	20	1
45	598	3	64	1
44	—		02	3
43	506	4	—	
41	648	3	—	
39	072	7	08	2
37	482	7	4	1
37	142	3	1	1
36	688	3	69	1
3534	048	7	06	2
33	871	3	85	1
32	602	3	59	1
30	948	3	92	1
30	680	3	—	
30	018	5	02	1
28	68	3v	60	1
27	845	4	81	1
26	679	5	68	1
21	878	6	86	2
20	978	4	—	
20	522	6	52	1
19	725	3r	75	1
19	078	5	04	1
18	871	4	85	1
18	087	3	—	
17	882	7	87	2
15	778	5	7	1u
15	684	5	—	
11	586	4	60	1
10	684	5	7	1
09	728	3	—	
09	252	3	—	
08	707	4	71	1
08	465	4	47	1
07	944	3	95	1
06	727	3	—	
06	258	5	—	
05	178	3	—	
04	516	3	60	3
03	981	3	—	
03	080	4	05	1
02	892	3	—	
02	646	3	—	
01	812	4	—	
01	596	4	—	
01	458	6	49	1
00	884	3	—	
00	684	5	74	1
00	001	5	—	
3497	—		77	2
97	315	3	—	
96	826	5	86	1
95	944	4	97	1
95	484	4	—	
95	008	5	—	
94	655	4	—	
93	781	5	8	1
93	110	4	1	1
92	257	3	—	
91	699	3	—	
90	132	5	14	1
3488	559	7	54	1
87	164	3	—	
86	862	3	—	
86	80	3	—	
86	277	3	—	
85	060	3	06	2
84	747	4	78	1
83	824	3v	—	
82	855	6	88	1
82	189	5	16	1
80	976	4	1.01	1
80	382	4	84	1
80	279	3	—	
79	608	5	—	
79	080	3	—	
77	990	3	—	
77	452	3u	—	
76	839	6	86	2
76	359	4	—	
74	783	3	—	
74	218	6	26	1
73	808	3	—	
73	131	3u	—	
72	021	4	—	
70	—		90	5
70	408	4	—	
69	401	3	—	
68	997	3	—	
68	889	4	—	
68	119	5	11	1
67	781	4	83	1
66	949	4	—	
65	419	3u	—	
64	991	4	98	1
64	862	4	—	
64	214	4	—	
64	160	6	17	1
63	768	5	76	1
63	222	5	26	1
61	791	4	—	
61	852	5	—	
60	164	5	—	
59	836	5	—	
59	—		87	4
58	868	6	—	
57	564	3v	—	
57	177	4	—	
56	771	3	77	1

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3454	802	4	37	4
53	243	3r	—	
52	628	3	—	
51	568	3	65	1
48	285	3	—	
46	723	5	—	
45	607	3	—	
43	525	3	62	3
42	953	3	—	
42	383	7	40	1
41	398	3	—	
41	208	7	21	1
39	831	6	81	1
37	814	4	—	
37	326	4	—	
36	304	4	—	
35	206	3r	—	
33	686	4	—	
33	568	4	—	
33	078	6	08	1
31	494	3	—	
31	016	3	01	1
30	844	5	—	
30	315	6	30	1
29	869	3v	—	
28	698	3	—	
27	294	3	31	2
27	125	3	—	
26	580	4	—	
26	205	3	18	1
25	942	4	—	
25	341	1	—	
23	848	5	88	1
22	706	7	71	2
22	488	3	—	
20	175	3	21	1
18	925	4	—	
17	451	7	44	1
16	859	6	86	1
16	566	5	58	1
15	616	4	—	
14	767	5	—	
14	309	3	—	
13	326	4	—	
12	333	4	—	
11	882	4	—	
10	215	3	—	
08	796	3	—	
07	684	6	—	
07	241	4	23	1
3406	216	3	—	
05	980	7	96	1
04	911	6	5.0	1
04	128	3	—	
03	602	5	—	
00	251	4	—	
3398	717	3	—	
97	074	3	—	
96	722	3	—	
90	567	3	—	
90	510	5	—	
89	832	3	—	
89	636	3	—	
87	775	4	—	
85	340	3r	—	
83	679	6	51	1
83	389	3	—	
82	509	3	—	
81	488	4	52	1
79	172	5	19	1
78	816	3	—	
78	185	3	—	
77	125	7	17	2
75	773	4	76	1
75	132	3	—	
74	155	3	—	
73	781	6	78	1
73	457	6	46	1
71	173	6	19	1
68	788	4	76	1
68	691	5	—	
66	552	7	56	1
65	828	3v	—	
64	818	4	—	
64	337	5	—	
61	856	3	88	1
61	768	7	—	
61	554	3	—	
61	230	3u	—	
60	539	6	55	1
58	492	3	—	
57	211	7	22	1
56	411	6	—	
55	009	7	—	
53	941	3	—	
53	319	4	27	3
52	980	3	—	
52	936	4	—	
52	280	4	—	
51	516	3	—	
49	967	5	—	
46	511	4	—	
44	760	7	77	2
3343	861	6	86	1
41	873	6	87	1
40	882	4	—	
40	307	3	—	
39	797	3n	—	
39	507	4	—	
36	364	4	—	
35	685	3	—	
34	449	6	44	1
34	278	3	—	
33	899	3	—	
33	657	5	—	
33	084	5	—	
31	792	3	—	
31	223	3	—	
30	481	4	—	
29	002	5	—	
27	903	3	—	
26	944	3	—	
25	331	3	28	1
24	982	3	—	
23	288	3	—	
20	424	3	—	
18	964	5	—	
17	795	6	84	1
15	114	3u	—	
14	725	7	—	
14	080	5	—	
13	299	4	—	
12	219	6	21	1
11	495	5	—	
10	880	4	—	
09	268	3	—	
08	078	4d	—	
08	017	5v	—	
07	227	5	—	
06	628	5	—	
04	837	7	89	1
03	766	3	—	
03	228	3	—	
00	151	5	19	1
3299	991	4	—	
98	342	4	—	
96	879	5	91	1
96	181	5	—	
95	281	6	34	1
93	594	4	—	

λ	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3290	584	3	—	
90	342	4	—	
89	283	4	—	
88	768	3	—	
86	023	5	—	
85	227	6	25	1
84	217	4	—	
83	678	4	—	
83	352	4	—	
80	483	4	—	
79	841	6	86	1
79	007	5	—	
76	351	3	—	
76	252	4	—	
74	863	6	87	1
72	252	7	28	2
71	966	3	—	
71	548	5v	—	
71	150	4	—	
70	688	3	—	
70	129	3	—	
65	823	3	—	
65	565	3	—	
65	427	3	—	
63	882	5	—	
63	447	4	—	
60	974	5	1.1	2
59	784	3	—	
58	872	4	—	
56	679	3	—	
54	018	5	—	
52	482	4	49	1
49	427	3	—	
49	164	4	—	
46	672	5	—	
45	544	3	—	
45	168	3	—	
44	946	3R	—	
43	370	6	42	1
36	738	6	77	1
34	89	3u	97	1
34	160	7	22	1
33	442	3	—	
31	240	7	30	1
30	282	3	—	
29	362	4	—	
29	126	3	—	
27	116	5	13	1
25	680	5	—	
23	918	3	—	

λ	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3223	366	3	—	
22	407	3	—	
21	172	7	22	1
20	873	3	—	
18	945	6	98	1
18	377	5	—	
16	721	3	—	
15	088	4	—	
12	481	3	—	
11	333	3	—	
10	951	5	—	
07	624	3	—	
05	960	3	—	
01	712	7	77	1
01	108	5	—	
3199	276	4	—	
95	932	4	—	
95	542	3	—	
94	821	7	85	1
94	102	3	—	
91	189	3	—	
90	885	2	—	
90	339	3	—	
89	635	4	—	
88	785	6	—	
87	665	3	—	
86	124	5	20	1
84	618	3	—	
84	208	4	—	
83	524	6	57	1
78	752	4	—	
78	482	3	—	
77	132	3	—	
76	794	4	—	
72	299	4	—	
71	618	6R	67?	1
69	181	6	24	1
67	912	3	—	
67	319	3	—	
67	225	3	—	
66	604	4	—	
66	249	5	—	
64	151	6	24	1
55	792	5	75	1
55	702	4	—	
54	506	3	—	
51	126	3	—	
49	419	4	—	
48	648	4	—	
48	457	4	—	

λ	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Bogen [25]	
3147	834	3	—	
47	—		02	2
46	412	6	37	1
46	168	3	—	
45	283	6	25	1
44	596	5	55	1
43	—		93	2
42	308	3	—	
41	—		23	2
38	296	3v	—	
37	601	4	—	
36	719	5	—	
35	178	4	—	
33	322	4	34	1
30	917	4	92	1
30	876	4	—	
30	337	5	4	1
29	305	4	—	
27	529	5	—	
23	552	4	—	
21	—		56	3
11	224	4	—	
11	162	4	10	1
10	—		58	2
10	279	5	—	
08	962	3	—	
07	464	4	50	1
04	001	3	—	
03	367	6	40	1
02	559	4	—	
3096	880	3R	—	
96	501	4	—	
95	579	3	—	
93	336	3	—	
91	292	3	—	
90	512	4	—	
90	369	5	—	
87	171	3v	—	
85	—		07	2
84	468	5	44	1
83	670	5	—	
82	300	3	—	
80	629	3	—	
79	689	4	—	
77	640	3	—	
77	329	3	—	
72	888	4	—	
71	615	4	—	
71	110	4	—	
69	644	3	—	

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]	
3068	677	3	—	
63	011	6	02	2
57	—		59	2
57	—		20	2
56	778	5	—	
56	—		54	2
55	—		59	4
55	241	3	—	
51	977	5	2.03	1
50	585	3	—	
46	712	3	—	
41	615	3	—	
39	514	3	—	
35	862	3v	—	
32	728	3	—	
31	—		59	3
30	810	4	—	
28	959	3	—	
26	619	3	—	
23	881	5	—	
23	485	3	—	
20	880	3	—	
17	196	4	17	1
08	788	4	—	
03	561	3	—	
02	748	4	—	
02	186	3	—	
2999	203	3	—	
98	770	3	—	
95	644	4	65	1
90	872	4	—	
85	825	3	—	
81	906	3	—	
81	447	5	—	
80	411	3	—	
77	461	4	—	
76	904	4	90	1
75	940	4	—	
74	607	3	—	
74	484	3	—	
72	583	3	—	

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Funke [25]
2970	313	3	—
67	104	3	—
64	802	3	—
59	106	3	—
55	942	4	—
55	603	3	—
51	300	3	—
50	311	3	—
40	787	3	—
25	186	3	—
22	369	3	—
18	662	3	—
16	681	3	—
08	419	3	—
2896	785	4	—
94	216	3	—
82	609	3	—
80	649	3	—
74	185	3	—
62	787	3	—
61	623	3	—
61	354	3v	—
58	014	3	—
54	669	3	—
54	492	3	—
49	035	3	—
45	458	3	—
39	364	3	—
35	605	3	—
33	304	4	—
30	897	4	—
17	498	3	—
14	956	3	—
14	802	3	—
2791	418	4	—
84	275	3	—
62	217	3	—
61	415	3	—
36	327	4	—
2696	080	4	—
95	981	3	—

	Klein Bogen [37]		Exner u. Haschek Bogen [25]	
2666	492	3	—	
51	013	4	02	1
35	154	4	2	1
13	899	4	—	
09	509	3	—	
03	—		63	3
2578	—		31	1
75	951	2	—	
69	899	2	—	
48	—		79	1
32	—		02	1
18	509	2	—	
2497			58	1
88			86	1
79			48	1
77			81	1
69			97	2
54			88	1
39			32	1
31			52	2
2380			21	2
77			53	1
77			17	1
72			38	2
67			82	1
62			62	1
50			16	2
37			72	1
24			40	1
18			69	2
17			88	1
02			12	1
00			66	1
2287			84	1
64			98	1
42			38	1
28			06	1
27			89	2
25			18	2
22			07	1
2187			67	1

Röntgengebiet. X. E. [1]).

L	Hjalmar II [44]	Friman [33]	Hjalmar I [41]	Dauvillier [43]	K	Malmer [31, 35]
α_2	2565.11	2573	2564.76	—	α_2	360
α_1	2556.00	2563	2555.59	—	α_1	355
β_1	2351.00	2359	2350.61	—	β_1	314
β_4	2344.80	2357	2345.11			
β_3	2305.9	2307	2304.58			
β_2	2203.80	2212	2203			
β_7	2196.00	—	—	[2])		
γ_1	2044.33	2052	2044	2042.8		
γ_2	1991	2003	1995	—		
γ_7	—	—	—	1960.7		
γ_3	—	—	—	1954.8		
γ_4	—	—	—	1894.4		

Zwischen dem Bogen- und Funkenspektrum ist kaum ein Unterschied vorhanden; vielleicht sind die kürzesten Wellen, unter λ 3000 im Funken etwas stärker. Baxandall [24] findet keine enhanced lines.

Paulson [28, 29] glaubt auch in diesem Spektrum Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz ν zu finden, und gibt folgende Liste:

λ	ν	λ	ν
4562.55 4578.96	78.55	4387.15 4604.12	1131.27
4471.38 4487.06	78.14	4306.89 4527.51	1131.42
4152.17 4165.76	78.49	4246.07 4460.34	1131.37
4150.11 4163.67	78.52	4186.76 4394.95	1131.43
		3952.75 4187.79	1131.34

Klein hat mit seinen viel genaueren Messungen diese Ergebnisse nachgeprüft. Er findet für die erste Gruppe die ν zu: 78.61, 78.07, 78.80, 78.62. Nach der Fehlergrenze seiner Messungen, 0.005 A, müßten diese Zahlen bis auf etwa 0.1 oder mindestens 0.2 konstant sein; es wäre also höchstens das erste und vierte Paar als gleich zu betrachten, und das besagt in einem so linienreichen Spektrum nichts. Etwas besser ist es in der zweiten Gruppe, wo vielleicht drei Paare gleiche Schwingungsdifferenz haben können.

Im Bereiche der Röntgenstrahlen hat schon Moseley [30] die ersten Messungen an Cer gemacht, die dann bald von Malmer [31] und Friman [33, 34] (vgl. auch Siegbahn [35]) verbessert wurden. In jüngster Zeit hat Hjalmar [41, 44] genauere Messungen veröffentlicht und neben Dauvillier [43] und

1) Die ersten Messungen von Moseley (30) waren
$\alpha = 2567$, $\beta = 2360$, $\varphi = 2315$, $\gamma = 2209$.

2) Dauvillier [43] führt noch eine Linie: $\beta_5 = 2155.8$, die indes nach Coster [46] nicht dem Cer zukommt.

Coster [45] die Feinstruktur der L-Serie aufgeklärt. Die gemessenen Zahlen sind in der obigen Tabelle mit der Siegbahnschen Bezeichnung angeführt. Es sind die beiden Messungen von Hjalmar genannt, obwohl die zweite eine Verbesserung der ersten ist, um ein Bild von der bisherigen Unsicherheit der Messungen zu geben, die die Hundertel XE. immerhin unbestimmt läßt.

Auch für die Absorptionskanten des Cers liegen mehrere Messungen vor, die in folgender kleinen Tabelle zusammengestellt sind (A.E.).

Wagner	de Broglie [32]	Blake und Duane [36]	Duane und Kang [38]	Siegbahn und Jönsson [39]	Hertz [40]
K_A 0.298	K_A 0.300	K_A 0.3073	K_A 0.3068	K_A 0.3064	L_1 2.158
					L_2 2.007
					L_4 1.887

Die Kanten zeigen nach Hertz noch eine Feinstruktur.

CHLOR (Cl = 35.45, Z = 17).

Literatur.

[65] H. v. Dechend, Spektralanalytische Untersuchung des Glimmlichtes an Spitzen. Ann. d. Phys. (4) 30 p. 719–745 (1909).

[66] L. Ciechomski, Die Absorptionsspektra einiger verflüssigter Gase im Ultraviolett. Dissert. Freiburg (Schweiz) 1910.

[67] G. Stead, On the anode and cathode spectra of various gases. Proc. Roy. Soc. A 85 p. 393—401 (1911).

[68] G. Stead, On the separation of spectra in compound gases. Phil. Mag. (6) 22 p. 727–733 (1911).

[69] H. Heurung, Untersuchungen über die magnetoptischen Effekte bei Chlor und Jod. Ann. d. Phys. (4) 36 p. 153—176 (1911).

[70] J. Franck und P. Pringsheim, Über das elektrische und optische Verhalten der Chlorflamme. Verhandl. Deutsch. Physik. Ges. 13 p. 328—334 (1911).

[71] R. W. Wood, Bemerkungen zu der A. Heurungschen Arbeit usw. Ann. d. Phys. (4) 37 p. 594—597 (1912) — dazu A. Heurung, ibid. (4) 37 p. 1046–1048 (1912).

[72] A. Harnack, Vergleichende Untersuchungen über Spektren in der Sauerstoff-Wasserstoff- und in der Chlor-Wasserstoff-Knallgasflamme. Dissert. Leipzig 1911. Zs. wiss. Photogr. 10 p. 281—346 (1912).

[73] G. V. Morrow, The influence of self induction on the spark spectra of non-metallic elements. Proc. Dublin Soc. 13 p. 607—620 (1912).

[74] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of the vapours of some metals and chlorides. Part. I. Proc. Dublin Soc. 12 p. 202–218 (1912).

[75] E. Bauer, Recherches sur le rayonnement. Thèse Paris 1912.

[76] R. J. Strutt and A. Fowler, Spectroscopic investigations in connection with the active modification of nitrogen. II. — Spectra of elements and compounds excited by nitrogen. Proc Roy. Soc. A 86 p. 105–117 (1912).

[77] F. Exner und E. Haschek, Die Spektra der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl., Bd. III. Leipzig und Wien bei Deuticke 1912.

[78] J. Scharbach, Über die Goldsteinsche Methode zur Darstellung der »Grundspektra« ... Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 145—206 (1913).

[79] C. da Andrade, Note on a method of observing the flame spectra of halogen salts. Proc. Phys. Soc. 25 p. 230—231 (1913).

[80] B. Reismann, Die Unterschiede der Polspektra verschiedener Elemente im Geißlerrohr. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 269—312 (1914).

[81] W. Burmeister, Untersuchungen über die ultraroten Absorptionsspektra einiger Gase. Verhandl. Deutsch. Physik. Ges. 15 p. 589–612 (1913).

[82] E. v. Bahr, Über die ultrarote Absorption der Gase. Verhandl. Deutsch. Physik. Ges. 15 p. 1150—1158 (1913).

[83] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lunds Univers. Årsskr. N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).

[84] D. L. Webster, The effect of pressure on the absorption of light by Bromine and Chlorine, and its theoretical significance. Physic. Rev. (2) 4 p. 177—194 (1914).

[85] E. Paulson, Constant differences in line spectra. Astrophys. J. 40 p. 298—310 (1914).

[86] J. Stark und R. Künzer, Ein- und mehrwertige Linien des Al, S, Cl, J und des N in den Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 29–74 (1914).

[87] H. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Part. II. Phil. Mag. (6) 27 p. 703—713 (1914).

[88] J. Malmer, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektra der Elemente. Dissert. 64pp. Lund. Lindstadts Univ. Bokhandel 1915. — Phil. Mag. (6) 28 p. 787—794 (1914).

[89] E. v. Bahr, On the quantum theory and the rotation-energie of molecules. Phil. Mag. (6) 28 p. 71—83 (1914).

[90] N. Bjerrum, Über ultrarote Spektren II. Verhandl. Deutsch. Phys. Ges. 16 p. 640—642 (1914).

[91] E. H. Nelthorpe, Observations of the Grundspectra of alkali and alkaline earth metals. Astrophys. J. 41 p. 16—27 (1915).

[92] M. Siegbahn und W. Stenström, Die Röntgenspektra der Elemente von Na bis Cr. Physik. Zs. 17 p. 318—319 (1916).

[93] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p. 296—341 (1916).

[94] H. H. Hughes and A. A. Dixon, The ionising potentials of gases. Phys. Rev. (2) 10 p. 495—514 (1917).

[94a] J. B. Brinsmade and E. C. Kemble, Proc. Nat. Acad. of sc. 3 p. 420—427 (1917)[1].

[95] N. v. Peskoff, Über quantitative Lichtfilter im Ultraviolett. Zs. f. wiss. Photogr. 18 p. 235—237 (1919).

[96] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. Phil. Mag. (6) 37 p. 601—612 (1919).

[97] M. Siegbahn, Röntgenspektroskopische Präzisionsmessungen. Ann. d. Phys. (4) 59 p. 56—72 (1919).

[98] E. S. Imes, Measurements on the near infra-red absorption of some diatomic gases. Astrophys. J. 50 p. 251—276 (1919).

[99] A. Kratzer, Die ultraroten Rotationsspektra der Halogenwasserstoffe. Zs. f. Physik 3 p. 289—307 (1920).

[100] A. Kratzer, Eine spektroskopische Bestätigung der Isotopen des Chlors. Zs. f. Physik 3 p. 460—465 (1920), ibid. 3 p. 460 (1920).

[101] H. M. Randall and E. S. Imes, The fine-structure of the near infra-red absorption bands of the gases HCl, HBr, and HF. Phys. Rev. (2) 15 p. 152—155 (1920).

[102] H. M. Randall, W. F. Colby, R. F. Paton, A note on the temperature shift in near infra-red bands. Phys. Rev. (2) 15 p. 541—543 (1920).

[103] H. Fricke, The K-characteristic absorption frequencies for the chemical elements magnesium to chromium. Physic. Rev. (2) 16 p. 202—215 (1920).

[104] W. F. Loomis, Infra-red spectra of isotopes. Phys. Rev. (2) 17 p. 436—437 (1921). — Astrophys. J. 52 p. 248—256 (1920).

[105] E. C. Kemble, The Bohr theory and the approximate harmonics in the infra-red spectra of diatomic gases. Phys. Rev. (2) 15 p. 95—109 (1920).

[106] W. F. Colby, Fine structure of the near infra-red absorption bands of the halogen acids. Astrophys. J. 51 p. 230—235 (1920).

[107] W. F. Colby, Vibrational frequencies of the halogen acid molecules. Phys. Rev. (2) 15 p. 140—141 (1920).

[108] A. Haas, Rotationsspektrum und Isotopie. Zs. f. Physik 4 p. 68—72 (1920).

[109] E. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Elemente C bis Na. Zs. f. Phys. 1 p. 439—458 (1920).

[110] W. F. Colby and Ch. F. Meyer, On the absorption spectrum of hydrogen chloride. Astrophys. J. 53 p. 300—309 (1921). — Phys. Rev. (2) 17 p. 268—270 (1921).

[111] F. L. Mohler and P. D. Foote, Soft X-rays from arcs in vapors. Journ. opt. Soc. 5 p. 328—334 (1921).

[112] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 7 p. 341 bis 350 (1921).

[113] V. Dolejsek, Sur les lignes K_α des éléments légers. C. R. 174 p. 441—442 (1922).

[114] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioact. 18 p. 240—292 (1922); Zs. f. Physik 10 p. 165 (1922).

[1]) Diese Arbeit ist uns nicht zugänglich.

Die Kenntnis des Linienspektrums des Chlors beruhte bisher ausschließlich auf der Messung von Eder und Valenta im Geißlerrohr. Nun liegt eine zweite Messungsreihe von Exner und Haschek [77] vor, welche aber durch Funken von Kaliumchlorid — also bei Atmosphärendruck — gewonnen ist. Die Zahlen finden sich in folgender Tabelle, korrigiert auf I. A.

5443.5	1u	4425.5	1u	3917.0	1u	3656.90	1	3320.4	2u
28.44	2	28.7	1u	14.25	2	50.18	1	18.7	1u
5392.05	2	4373.0	2u	3869.0	1u	22.63	1	15.5	1u
5221.3	1u	43.84	5	61.4	5u	12.77	3	3291.1	2u
17.8	1u	36.5	2u	51.6	3u	02.05	4	89.71	1
5078.07	2	07.69	3	46.0	2u	3588.7	1u	85.8	1
4904.67	2	04.09	1	43.8	2u	60.65	2	83.4	1u
4896.62	2	4291.74	2	38	1u	30.00	2	76.7	1u
19.34	10	77.4	1u	33.9	2u	3440.7	1u	61.6	1u
09.92	20	54.1	2u	28.1	2u	38.3	1u	59.2	2u
4794.47	30	4158.1	1u	20.5	1u	22.4	1u	48.5	1u
81.22	3	32.58	10	18.3	2u	04.7	1u	44.8	1u
79.9	1u	4094.4	1u	10.0	2u	3393.46	2	21.1	2u
71.0	1u	59.2	1u	05.4	2u	92.81	2	3191.42	3
68.62	2	39.8	1u	3799.4	2u	77.3	2u	29.5	1u
40.2	1u	26	1u	20.40	1	67.4	1u	23.8	1u
4667.3	1u	18.5	1u	3678.8	1u	53.41	3	3071.3	1u
4572.9	1u	3991.55	2	70.2	1u	40.36	3	2960.5	1u
70.0	1u	42.9	1u	59.7	1u	36.1	1u	36.7	1u
4490.1	1u	21.80	1u	58.85	1	33.8	1u	28.8	1u
81.8	1u								

Beim Vergleich mit der Tabelle von Eder und Valenta (Bd. V, p. 307) fällt der große Unterschied auf: Sehr viele von den stärksten Linien bei Eder fehlen bei Exner, z. B. eine mit der Intensität 10, fünf mit Intensität 8, 13 mit Intensität 5. Der Grund wird wohl darin zu suchen sein, daß Exner und Haschek den Funken von einer Verbindung nehmen. Denn die gleiche Erscheinung finden Scharbach [78] und Nelthorpe [91]. Beide lassen nach der Methode von Goldstein im verdünnten Raume Funken durch Chloride schlagen und finden im Spektrum ein Gemisch der Metall-Funkenlinien und der Chlorlinien. Dabei gibt Nelthorpe ein Verzeichnis starker Linien Eders, die bei ihm fehlen, und das sind dieselben Linien, die auch bei Exner und Haschek, de Gramont und bei Scharbach fehlen, wie schon Reismann bemerkt hat, z. B. λ 4526 und λ 4389. Auch Pollok [74] beobachtet das Chlorspektrum in Dämpfen von Chloriden, während Miß Morrow [73] Funken zwischen Gold- oder Kohle-Elektroden durch Chlorgas oder HCl schlagen läßt und den Einfluß der Selbstinduktion untersucht. Pollok findet, daß Vergrößerung der Kapazität die Chlorlinien verstärkt, Miß Morrow, daß die Chlorlinien nur wenig durch Selbstinduktion geschwächt werden.

Reismann [80] untersucht mit Gleichstrom von 1400 Volt in Geißlerröhren den Unterschied an Kathode und Anode; er findet auf Grund von Intensitätsschätzungen an Aufnahmen, daß an der Kathode das vollständige Spektrum vorhanden ist. Es findet sich auch an der Anode, aber schwächer;

dafür sind hier einige verstärkte Linien, die sich mit abnehmender Intensität bis zur Kathode erstrecken. — Reismann untersucht auch Chlorverbindungen: In HCl ist das Chlorspektrum — wie in reinem Chlor — voll ausgebildet an der Kathode, sehr schwach an der Anode. Die positive Säule zeigt (neben den Stickstoffbanden als Verunreinigung) das Wasserstoffserienspektrum, und an der Anode selbst kommen Linien des zweiten Wasserstoffspektrums hinzu. Es hat also den Anschein, als handele es sich um Elektrolyse, durch welche Cl an der Kathode, H an der Anode ausgeschieden ist, und so ist die Erscheinung bekanntlich von J. J. Thomson und seinen Schülern gedeutet worden. Es handelt sich indes um eine Übereinanderlagerung der beiden Spektra; denn Reismann findet, daß auch in reinem Wasserstoff das zweite Linienspektrum an der Anode heller ist als an der Kathode.

Reismann untersucht von Chlorverbindungen: Zinnchloriddampf zeigt nur an den Elektroden die Chlorlinien, überall drei Zinnlinien, und endlich ein kontinuierliches Spektrum, welches äußerst stark an der Anode beginnend sich abschwächt bis zur Kathode. Es beginnt bei λ 580, reicht bis etwa λ 350, hat ein Maximum von λ 470 bis λ 413. — CCl_4 gibt Chlorlinien namentlich an der Kathode, sonst Banden von CO und Cy, die an der Anode am stärksten sind. Endlich ein kontinuierliches Spektrum ähnlich wie voriges, nur schwächer. — Bei Goldchlorid treten auch unbekannte Banden auf; darüber siehe bei Gold.

Stead [67] benutzt eine in der Mitte durch eine Aluminiumscheibe geteilte Röhre und untersucht visuell die Emissionsverteilung, wenn Entladungen eines Induktoriums bei vorgeschalteter Funkenstrecke durch HCl-Gas, CCl_4, $SiCl_4$, $SnCl_4$ oder $CHCl_3$ gehen. Er findet, wie schon früher Thomson und Morris-Airey in HCl ein Überwiegen des Cl-Spektrums an der Anode, in CCl_4 und $CHCl_3$ an der Kathode und deutet diese Erscheinung in [67] und noch entschiedener in [68] im Sinne einer Elektrolyse, wie früher schon J. J. Thomson. Daß diese Deutung nicht haltbar ist, zeigt wieder Reismann [80], der die photographische Methode benutzt.

v. Dechend [65] untersucht das schwache Licht, welches auftritt, wenn aus Spitzen Elektrizität austritt. In Chlor erhält er einige der bekannten Linien.

Wenn Cl mit aktivem Stickstoff zusammenkommt, tritt Licht auf, welches nach Strutt und Fowler [76] ein kontinuierliches Spektrum von λ 260 bis λ 254 zeigt, keine Linien. $SnCl_4$ zeigt Banden.

Wie bei vielen anderen Elementen glaubt Paulson [83, 85] auch im Spektrum des Chlor Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz zu finden, und gibt folgende Tabelle, in welcher die Wellenlängen und die Schwingungsdifferenzen angegeben sind; es sind die Zahlen von Eder und Valenta genommen.

Im übrigen ist über den Bau des Chlorspektrums bisher nur im Gebiet der Röntgenstrahlen etwas bekannt. Nach den Versuchen von Reismann [80] u. a. und der Analogie mit Br ist es wahrscheinlich, daß zwei völlig verschiedene Chlorspektra existieren. Nach der Verschiebungsregel ist zu erwarten, daß sich an der Kathode ein Tripletspektrum findet.

5445.12	1	40.92	4469.57	5	108.02	4124.15	1	40.14
5457.28	3		4491.25	3		4130.99	4	
5444.41	3	40.83	4390.57	3	67.47	3848.03	2	40.23
5456.39	2		4403.61	5		3854.00	4	
5794.67	10	67.29	4323.52	6	108.09	3845.83	8	66.84
4810.19	9	40.72	4443.82	10		3855.74	2	
4819.63	9		4291.86	5	66.86	3845.55	8	40.37
4601.19	4	108.29	4304.21	4		3851.58	8	
4624.23	3		4234.14	5	40.66	3833.50	8	67.11
4497.45	½	107.99	4241.44	8	67.02	3843.39	5	39.94
4519.4	½		4253.53	9		3849.30	2	

Die Emission der Chlorwasserstoffflamme ist mehrfach untersucht worden, u. a. von Harnack [72], der sie vorzugsweise zur Herstellung von Bandenspektren benutzt, von Bauer [75], der die Temperatur und Dissoziation im Zusammenhang mit der Strahlung berechnet, von Franck und Pringsheim [70], die die Beweglichkeit der negativen und positiven Träger in der Flamme messen und das Verschwinden der D-Linien auf die Elektronegativität des Chlors zurückführen, sowie von Andrade [79], der Chlor oder Chloroformdampf gefärbten Flammen beimengt und findet, daß die durch die Alkalien und alkalischen Erden bewirkte Flammenfärbung gleichzeitig mit der elektrischen Ladung der Dämpfe verschwindet. Im Ultrarot liefert die Flamme die Banden von HCl, im Sichtbaren ein schwaches kontinuierliches Spektrum. Im Ultraviolett ist die Emission noch nicht untersucht. Zu der Erklärung der Abnahme der Emission der Linienspektra in chlorhaltigen Flammen durch die Annahme von Verbindungsspektren paßt es, daß Bauer [75] nachweist, daß die Abnahme der Emission der Na-Linien mit steigendem Chlorzusatz zu Sauerstoffflammen zahlenmäßig parallel geht mit der aus dem Massengesetz berechneten Abnahme der Dissoziation der NaCl-Moleküle.

Die K-Linien des Röntgengebietes sind schon von Moseley [87] gemessen worden, weiter von Malmer [88], Siegbahn [92, 93, 96, 97], Hjalmar [109, 112] und Dolejšek [113], Siegbahn und Stenström [92] sowie Siegbahn und Dolejšek [14]. Die Zahlen sind mit der Siegbahnschen Bezeichnung in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt[1]).

XE	Dolejsek [113]	Hjalmar [109]	Siegbahn [97]	Siegbahn u. Stenström [92]	Moseley [87]
K_{α_1}	—	—	4718.70	—	—
$K_{\alpha_1'}$	4712	—	—	4712	4750
K_{α_7}	4702.5	—	—	—	—
K_{α_3}	4688	—	—	4692	—
K_{α_4}	4684	—	—	—	—
K_{β_1}	—	4394.50	—	4394	—
$K_{\beta''}$	—	4391.2	—	—	—

1) Anm. bei der Korrektur: In [114] geben Siegbahn u. Dolejšek noch die Linien: $\alpha_2 = 4721.85$, $\alpha_1 = 4718.21$, $\beta_1 = 4394.63$, $\beta'' = 4390.80$, $\beta_3 = 4406.0$

In [112] reproduziert Hjalmar eine Photometerkurve der Liniengruppe Cl. Die K_3 Absorptionsgrenze des Cl ist gemessen worden von Fricke [103]. Dieser findet: $K_m = 4384.4$. — Mohler und Foote [111] finden als Anregungspotentiale für Cl, die den L-Grenzen entsprechen, 198 bzw. 157 Volt. — Hughes und Dixon [94] messen die Ionisationspotentiale von HCl und von Cl. Man vergleiche hierzu P. Knipping, die Ionisierungsspannungen der Halogenwasserstoffe. Zeitschr. für Phys. 7, p. 328—340 (1921). Danach liegt die Ionisierungsspannung des Cl bei 4.26 V · (λ 2890), diejenige von HCl bei 14.4 V. Anregungsspannungen scheinen bisher nicht gemessen zu sein.

Stark und Künzer [86] meinen aus der Abschattierung des Dopplerstreifens im Kanalstrahlenspektrum schließen zu sollen, daß die Linien 4603 und 4527, welche sie Bogenlinien nennen, von Atomen herrühren, die ein Elektron verloren haben, während die „scharfen Funkenlinien“ 4291.9 und 4132.7 drei, die „unscharfen“ 4276.6 und 4253.5 deren drei oder vier verloren haben sollen.

Für die Absorption durch Chlor liegen mehrere Arbeiten vor, deren Besprechung eigentlich in die Neuauflage von Bd. III des Handbuchs gehörte. Sie seien aber der Vollständigkeit wegen kurz erwähnt. Peskoff [95] gibt an, Cl absorbiere im Rot bis λ 535, dann von λ 370 bis 285. In welcher Schichtdicke und bei welchem Druck ist nicht angegeben. — Webster [84] untersucht den Einfluß des Druckes auf den Absorptionskoeffizienten, wie er z. B. für CO_2 von Angström entdeckt wurde. Bei Cl ist kein Einfluß zu bemerken. Ciechomski [66] untersucht flüssiges Chlor; er findet Absorption zwischen etwa λ 510 oder λ 406 (je nach Schichtdicke, 16 mm oder Kapillarschicht) bis λ 275, dann von λ 250 an. — Verflüssigtes HCl ist fast so durchsichtig wie Wasser; eine Schicht von 30 mm Dicke ließ das gesamte Ultraviolett bis λ 2265 durch. Nach Burmeister [81] hat Chlor für $\lambda > 1\,\mu$ keine Absorption; früher gefundene Absorption rührt von Verunreinigungen her. — Die Drehung der Polarisationsebene im Magnetfeld untersucht Heurung [69]. Wie aus der anschließenden Polemik mit Wood [71] zu entnehmen ist, hat er jedoch nicht den Effekt der Einzelabsorptionslinien des Chlorspektrums beobachtet, auf den es in erster Linie ankommt.

Eine Reihe interessanter Arbeiten hat die Absorption von HCl veranlaßt. Ein ultrarotes Absorptionsband hatten Julius, dann Angström (Bd. II, p. 366) gemessen. Burmeister [81] konstatiert nun zunächst, daß das Band aus zwei Teilen bei $\lambda = 3.4$ und $\lambda = 3.55\,\mu$ besteht, die ganze Absorption fällt in zwei Regionen, die eine von 3.45 μ bis 3.85 μ, die andere von 1.73 μ bis 1.83 μ, also etwa mit der doppelten Schwingungszahl. Durch Anwendung eines Quarzprismas mit größerer Dispersion zeigte dann Frl. v. Bahr [82], daß die Banden aus einer größeren Zahl von Zacken bestehen, deren Frequenzen angenähert eine Differenzenreihe bilden, die dann Bjerrum [90] durch Rotationsquantelung erklärte und für sieben Banden in ziemlicher Annäherung an die Messung berechnete. Kemble und Brinsmade [94a] sowie Kemble [105]

haben alsdann das Absorptionsspektrum genauer untersucht, Imes [98] seine Einzelheiten mit Gitter aufgelöst und gezeigt, daß die beiden Banden des HCl von einer mittleren, schwächeren Stelle aus unsymmetrisch nach beiden Seiten verlaufen. Imes wies in dem Band bei 3 μ 24 Teilbanden nach, in dem Bande bei 1.7 etwa 16 mit einer Reihe schwächerer Nebenzacken. Randall, Colby und Paton [102] prüfen den Einfluß der Temperatur und finden, daß die Zahl der sichtbaren Absorptionsbanden mit der Temperatur steigt, ohne daß indes sich die Wellenlänge der Banden änderte. Endlich messen Colby und Meyer [110] die Banden aufs neue. Sie bestätigen die Resultate von Randall, Colby und Paton und messen unterhalb der Mitte der Hauptbande 20, oberhalb acht Kanten, deren Schwingungszahlen durch die Formel $\nu = 28863.60 + 205.82\,n^2 - 0.162\,n^3$ dargestellt werden können. Diese Banden haben nun in doppelter Hinsicht ein erhebliches Interesse gewonnen, einmal dadurch, daß durch Kemble [105], Colby [106], Kratzer [99], Haas [108] und Loomis [104] für sie die verfeinerte Theorie der Bandenspektra im Ultrarot in Anwendung gebracht wurde, sodann dadurch, daß man auf Grund der Isotopie des Chlors und der genannten Berechnungen eine Duplizität der Banden im Ultrarot erwarten muß. Loomis [104], Kratzer [100] und Haas [108] sind ungefähr gleichzeitig und unabhängig von einander auf diese Folgerung gekommen, und Kratzer [100] und Loomis [104] haben auch in den Nebenmaxima, die Imes gemessen hatte, eine Bestätigung ihrer Theorie gefunden. Nach den neueren Messungen von Colby und Meyer [110] ist diese Bestätigung indes wieder zweifelhaft geworden, da die Einzelbanden der Hauptgruppe des HCl nach den letzten Intensitätskurven zwar gewisse Unsymmetrien aufweisen, indes keine deutlichen Doppelbanden, wie sie die Voraussetzung einer Messung sind.

COBALT (Co = 58.97, Z = 27).

Literatur.

[50] A. Benrath, Über den Farbenwechsel von Cobalt- und Kupferchlorid. Zs. f. anorgan. Chem. 54 p. 328—332 (1907).

[51] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektra. 2. Teil. Wien. Ber. 118 IIa p. 1077—1100 (1909).

[52] B. Huber, Einfluß der Selbstinduktion auf die Spektren von Metallen und besonders von Legierungen. Dissert. Freiburg (Schweiz) 1909.

[53] A. de Gramont, Sur la répartition des raies ultimes dans le spectre des divers régions du soleil. C. R. 150 p. 37—40 (1910).

[54] H. C. Jones and W. W. Strong, The absorption spectra of various salts in solution, and the effect of temperature on such spectra. Americ. chem. J. 43 p. 37—128 (1910).

[55] F. L. Cooper, The absorption in the red of the acetate, nitrate, and sulphate of cobalt. Astrophys. J. 32 p. 309—312 (1910).

[56] J. M. Graftdijk, Magnetische splitsing van het nikkel- en kobalt-spectrum en van het ijser-spectrum. Akad. Proefschr. Amsterdam 1911.

[57] A. Harnack, Vergleichende Untersuchungen über Spektren in der Sauerstoff-Wasserstoff- und in der Chlor-Wasserstoff-Knallgasflamme. Dissert. Leipzig 1911.

[58] Stephan Rybár, Über die Zerlegung der Spektrallinien von Lanthan und Cobalt im magnetischen Felde. Phys. Zs. 12 p. 889—900 (1911).

[59] H. C. Jones and W. W. Strong, The absorption spectra of certain salts of cobalt, erbium ... Americ. chem. J. 45 p. 1—36, 113—159 (1911).

[60] G. J. Elias, Anomale magnetische Dispersionsdrehung und selektive Absorption. Ann. d. Phys. (4) 35 p. 299—346 (1911).

[61] A. N. Nikolopulos, Über die Beziehungen zwischen dem Absorptionsspektrum und der Konstitution der Wernerschen Salze. Dissert. Leipzig 1911. Weida i. Thür. bei Thomas u. Herbert. Zs. phys. Chem. 82 p. 361—378 (1913).

[61a] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.

[62] Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. Dissert. Göttingen 1912.

[63] A. de Gramont, Sur les raies ultimes et de grande sensibilité ... C. R. 155 p. 276—279 (1912).

[64] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements ... Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—49 (1912).

[65] J. M. Graftdijk, Décomposition magnétique des spectres du Ni, du Co et du Fe. Arch. Néerl. (III A) 2 p. 192—220 (1912).

[66] Fr. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Leipzig und Wien bei Deuticke, 1911 und 1912.

[67] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of some metals and metallic chlorides. Proc. Dublin Soc. 13 p. 253—268 (1921).

[69] C. Andrade, Note on a method of observing the flame spectra of halogen salts. Proc. Phys. Soc. 25 p. 230—234 (1913).

[70] K. Burns, Das Bogenspektrum des Eisens. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 207 bis 235 (1913).

[71] R. A. Houstoun, The absorption of light by inorganic salts. No. IX. Proc. R. Soc. Edinb. 33, II p. 137—146 (1913).

[72] R. A. Houstoun and Ch. Cochrane, The absorption of light by inorganic salts. No. X. Proc. R. Soc. Edinb. 33, II p. 147—155 (1913).

[73] R. A. Houstoun, The absorption of light by inorganic salts. Physik Zs. 14 p. 424—429 (1913).

[74] Yogi Shibata et G. Urbain, Spectrochimie des complexes cobaltiques. C. R. 157 p. 593—595 (1913).

[75] S. Hamm, Messungen im Bogenspektrum des Nickels nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 105—130 (1913).

*[76] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelle du nickel et du cobalt dans l'ultraviolet extrême. Journ. de phys. (5) 4 p. 622—634 (1914).

[77] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles du nickel et du cobalt dans l'ultraviolet extrême. C. R. 158 p. 784—787 (1914).

[78] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lund's Univers. Årsskr. N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).

[79] E. Paulson, Konstante Differenzen in Linienspektren. Ann. d. Phys. (14) 45 p. 419—430 (1914).

[80] W. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) 27 p. 703—713 (1914).

[81] A. S. King, The variation with temperature of the electric furnace spectra of cobalt and nickel. Astrophys. J. 42 p. 344—364 (1915). Mt. Wilson Contrib. No. 108.

[82] M. Siegbahn u. W. Stenström, Über die Hochfrequenzspektra (K-Reihe) der Elemente Cr bis Ge. Physik Zs. 17 p. 48—51 (1916) ib. p. 318—319 (1916).

[83] A. Krebs, Das Bogenspektrum des Cobalt gemessen nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1916. Zs. f. wiss. Photogr. 16 p. 292—321 (1917).

[85] T. Takamine and Sh. Nitta, The spark and vacuum arc spectra of some metals in the extreme ultraviolet. Mem. Kyoto 2 p. 117—135 (1917).

[86] S. Piña de Rubies, Nuevas rayas del niquel y del cobalto entre 2300 y 2006 U. A. en el espectro de arco en el aire. Anal. soc. Españ. de Fisica y Quim. 16 p. 338—350 (1918).

[87] W. Vahle, Das Bogenspektrum des Zirkons gemessen nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1918. Zs. f. wiss. Photogr. 18 p. 84—137 (1919).

[88] W. F. Meggers and C. C. Kiess, Wave lengths in the red and infra-red spectra of iron, cobalt and nickel arcs. Scient. papers Bur. of Stand. No. 324 (1918).

[89] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. Phil. Mag. (6) 37 p. 601—612 (1919). — Röntgenspektroskopische Präzisionsmessungen, Ann. d. Phys. (4) 59 p. 56—72 (1919).

[90] T. Takamine, The stark effect for metals. Astrophys. J. 50 p. 23—41 (1919).

[91] H. M. Randall and E. F. Barker, The infra-red arc spectra of cobalt, nickel, manganese and chromium. Astrophys. J. 49 p. 54—60 (1919).

[92] J. C. McLennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultra-violet. Proc. Roy. Soc. A. 95 p. 316—332 (1919).

[93] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. (2) 14 p. 516—521 (1919).

[94] F. Dhein, Das Bogenspektrum des Cobalt nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1919. Zs. f. wiss. Photogr. 19 p. 289—335 (1920).

[95] A. S. King, Observations of the electric furnace spectra of Co, Ni, Ba, Sr and Ca in the region of greater wave length. Astrophys. J. 51 p. 179—186 (1920).

[96] N. Stensson, Über die Dubletten in der K-Reihe der Röntgenstrahlen. Zs. f. Phys. 3 p. 60—62 (1920).

[97] H. Bracchetti, Über die kathodische Herstellung von Metallspiegeln. Dissert. Münster 1920, Manuskript.

[98] L. et E. Bloch, Sur quelques spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. C. R. 172 p. 803—805 (1921). — J. de phys. et le Radium (6) 2 p. 229—257 (1921).

[99] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle du fer et du cobalt dans l'ultraviolet extrême. C. R. 172 p. 851—853 (1921).

[100] E. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Röntgenspektren Zs. f. Phys. 1 p. 439—458 (1921).

[101] V. Dolejšek, Sur les lignes K_α des éléments légers. C. R. 174 p. 441—442 (1922).
[102] M. Siegbahn, Bericht über die letzte Entwicklung usw. Jahrb. Radioakt. 19 p. 240—293 (1922).
[103] M. Siegbahn und V. Dolejšek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. Zs. f. Physik 10 p. 159—168 (1922).

Im Ultrarot beginnen die neuen Messungen des Linienspektrums durch Randall und Barker [91] bei 1.9 μ; die in der Tabelle angegebenen Intensitäten sind Galvanometerausschläge, da die Messungen mit Gitter und Bolometer gemacht sind. Die möglichen Fehler schätzen die Verfasser auf 5 A. Die Messung reicht bis 0.9 μ. Aber schon weit vorher, bei 1.14 μ, beginnt eine große Tabelle von Meggers und Kiess (88), welche mit Gitter photographisch gewonnen ist, also unvergleichlich größere Genauigkeit hat. Die veröffentlichte Tabelle beginnt schon mit 1.15 μ und enthält viel mehr Linien im langwelligen Gebiet; aber es hat sich herausgestellt, daß diese Linien eine Art von Lymanschen Geistern sind, und nach persönlicher Mitteilung habe ich sie fortlassen können. — Dann folgen zwei Messungen des Bogenspektrums durch Dhein [94] und Krebs [83], die in Bonn gemacht sind, und von welchen ich namentlich die erstere für zuverlässig halte. Dhein zeigt, daß eine Reihe von Linien bei Krebs Geister oder Linien anderer Ordnung sind; diese habe ich in der Tabelle natürlich fortgelassen. Exner und Haschek [66] haben neue Messungen des Bogen- und Funkenspektrums veröffentlicht, welche ich in die Tabellen aufnehme, soweit sie gegen die alten Tabellen (Bd. V) Neues bringen, nämlich etwa bis zu λ 4000; auch Eder und Valenta [51] haben Teile des Spektrums gemessen. Diese beiden Messungen habe ich auf I. A. umgerechnet. Unter λ 2300 hat Piña de Rubies [86] das Funkenspektrum studiert; in der Tabelle gebe ich zum Vergleich die alten Messungen von Exner und Haschek korrigiert. Endlich sind für die kürzesten Wellen Angaben von Bloch [76, 77, 98, 99] und von Mc Lennan, Ainslie und Fuller [92] vorhanden; letztere sind mit Vakuumbogen gewonnen. Zahlen von Takamine und Nitta [85] sind mir nicht zugänglich. Unterhalb λ 1845 führen Mc Lennan, Ainslie und Fuller nur vier Linien im Bogen, die mit keiner der Funkenlinien Blochs zusammenfallen. In der Tabelle sind die Messungen der beiden Blochs auf Grund der neuesten Angaben von 1845 ab vollständig angeführt. — Eine größere Anzahl von Linien sind durch Burns [70], Hamm [75] und Vahle [87] als Verunreinigungen gemessen.

King [81] erzeugt das Spektrum in seinem elektrischen Widerstandsofen bei verschiedenen Temperaturen und teilt die Linien je nach ihrem Erscheinen in Klassen. Klasse I bilden die starken Linien bei der niedrigsten Temperatur, Klasse IV die Linien, die erst bei höchster Temperatur erscheinen, V solche, die auch dann fehlen oder nur in Spur vorhanden sind. Linien, welche im Bogen viel schwächer sind als im Ofen, sind mit dem Zeichen A versehen. In einer zweiten Arbeit dehnt King [95] die Untersuchung auf den roten Teil des Spektrums aus. In der folgenden Tabelle sind hinter den Linien die Klassen angegeben. In der Tabelle habe ich wegen der großen Zahl der

Linien die schwächsten fortgelassen, nämlich die, welche alle Beobachter mit 1 bezeichnen, wo mehrere Beobachter vorhanden sind. Im Gebiet der längsten Wellen, soweit Meggers und Kiess allein gemessen haben, sind dagegen alle Linien aufgenommen worden.

Randall u. Barker Bogen [91]		Randall u. Barker Bogen [91]		Randall u. Barker Bogen [91]		Randall u. Barker Bogen [91]	
19778.7	30	16387.5	30	14559.0	15	10123.7	15
18278.8	20	16256.9	50	14062.0	40	10046.6	30
18175.5	30	16182.6	50	11894.5	10	9661.3	20
17080.4	30	15209.6	15	11633.5	20	9598.4	30
17004.9	50	14958.0	30	10689.7	40	9545.8	100
16573.8	30	14680.9	20	10359.1	15	9357.2	40
16447.2	20	14610.9	35	10170.7	20	9096.5	10

Meggers u. Kiess Bogen [88]		Meggers u. Kiess Bogen [88]		Meggers u. Kiess Bogen [88]		Meggers u. Kiess Bogen [88]		Klasse
11453.42		8886.25	1	8478.45	2	8150.23	2	
340.76		78.30	1	54.71	1	40.42	2	
293.46		70.79	4	09.03	1	37.10	5	
275.45		66.96	1	8379.54	8	16.48	7	
10366.64		62.69 Ni?	2	78.87	7	14.03	1	
284.68		56.68	1	72.82	10	12.13	1	
272.89		50.74	10	45.59	2	8094.03	10	III
236.37		38.41	2	42.66	4	85.47	2	
218.32		37.88	2	34.71	1	82.60	1	
210.88		35.22	8	31.70	2	80.28	5	
206.05		19.15	10	18.55	1	66.50	7	
189.16		8750.13	1	15.32	2	62.96	2	
020.68		38.22	1	12.92	2	56.03	8	V
9745.98	1	8675.02	1	01.44	1	53.50	1	
619.41	1	61.04	2	8299.02	5	50.60	1	
597.89	2	58.18	1	96.85	5	48.33	8	V
544.52	2	55.76	1	83.49	5	41.38	2	
536.23	1	48.81	1	75.55	1	37.68	1	
530.99	1	8596.09	1	72.84	1	32.41	1	
357.02	10	89.70	3	69.39	8	31.07	1	
344.89	1	86.71	3	59.10	1	29.29	7	
178.08	1	75.32	4	46.57	1	24.75	4	
095.36	6	74.49	3	43.38	1	22.15	7	
087.92	8	69.72	2	08.67	8	17.88	1	
8972.91	1	60.01	1	8193.05	8	16.59	1	
58.46	6	59.04	2	89.29	1	13.02	2	
39.20	1	49.04 Cr?	1	67.97	2	07.34	10	
26.24	10	13.48	1	60.68	2	7998.12	1	
04.65	8	04.54	1	54.31	1	96.88	1	
8883.70	2	8489.41	2	52.08	6	87.38	7	V

Meggers u. Kiess Bogen [88]		Klasse	Meggers u. Kiess Bogen [88]		Klasse	Meggers u. Kiess Bogen [88]		Klasse	Meggers u. Kiess Bogen [88]		Klasse
7984.22	1		7840.05	7		7695.97	2		7561.08	4	
80.48	1		38.18	8	V	85.65	1		59.68	3	
66.12	2		22.12	1		64.89	1 K?		54.04	8	IV
62.40	1		18.25	1		48.19	4		33.52	5	IV
60.55	2		17.15	1		41.43	1		26.32	1	
57.77	3		10.39	1		37.63	4		24.07	1	
26.59	8	V	09.25	1		34.56	5		15.28	1	
19.50	2		7794.15	1		18.66	1		02.74	2	
12.90	1		86.68	1		16.13	1		7495.09	1	
7908.75	10	III	79.06	1		10.29	6	IV	89.41	3	
07.14	1		64.07	1		06.30	1	V	84.00	1	
7885.21	2		43.27	5		04.30	1		78.78	1	
77.44	2		35.47	1		7600.11	1		77.28	1	
73.36	1		34.25	6		7594.18	1		74.35	1	
71.43	6	V	28.59	1		90.60	6	III	71.21	1	
69.92	6	V	25.92	2		88.71	1		57.43	8	V
66.10	1		12.68	9	III	86.72	4		43.48	2	
59.41	1		04.90	2		80.95	1		37.15	4	III A
55.88	7		01.88	2		78.34	1		29.03	2	
43.61	1		7698.95	1 K?		64.98	5				

Meggers u. Kiess Bogen [88]			Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [88]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Klasse
417	40	8	88	1 u					II
388	66	7	—						III
54	61	6	—						III
53	48	2	—						
15	72	3	—						
285	29	7	—						IV
63	57	2	—						
50	09	3	—						
17	36	2	—						
193	63	8	58	1U	555	2			V
59	23	8	13	1U	117	4			V
54	71	8	—		—				II
48	—		146	3	139	1			
34	37	8	32	2U	291	3			V
24	45	5	—		459	1			III
22	26 Ni?	5	—		—				
17	91	2	—		—				
13	74	9	—		527	3			V
02	57	4	—		—				
094	64	4	—		—				IV
84	99	10	970	8	955	6	99	2	I
79	21	2	—		—		—		

Meggers u. Kiess Bogen [88]			Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Eder u. Valenta Funke [51]		Klasse
7070	45	4	—		—		—				
57	91	2	—		—		—				
55	94	3	—		—		—				
54	08	8	028	5	017	4	—				III
52	84	10	854	8	848	10	85	2			I
42	61	2	—		—		—				
32	56	4	—		—		—				
27	86	8	800	2 u	778	4	—				V
16	65	10	596	1 u	595	8	56	1			I
15	13	2	—		—		—				
04	82	5	—		787	3	—				III
6997	30	7	—		—		—				V
78	50 Cr?	2 u	—		—		—				
46	33	2	—		—		—				
37	85	7	—		775	4	—				III
22	23	2	—		—		—				
10	84	2	—		—		—				
08	11	5	—		—		—				
01	51	2	—		—		—				
6878	50	2	—		—		—				
72	42	7	38	2 u	371	10	37	3	38	2	I
64	94	3	—		—		—		—		

	Meggers u. Kiess Bogen [88]	Dhein Bogen [94]	Krebs Bogen [83]	Exner u. Haschek Bogen [60]	Exner u. Haschek Funke [66]	Eder u. Valenta Funke [51]	Klasse
6858 44	5	—	—	—		—	
46 99	3	—	—	—		—	
45 66	2	—	—	—		—	
38 20	3	—	—	—		—	
26 19	2 u	—	—	—		—	
19 57	3	—	—	—		—	
14 99	10	954 8	955 10	96 4		98 1	I
09 01	5	—	—	—		—	
6799 39	2	—	—	—		—	
89 28	3	—	—	—		—	
84 89	4	—	—	—		—	
71 05	10	05 5 u	054 10	05 5		08 2	I
67 60 Ni?	4	—	—	—		—	
58 08	2	—	—	—		—	
56 50	2	—	—	—		—	
42 12	3	—	—	—		—	
22 82	2 u	—	—	—		—	
20 97	2	—	—	—		—	
17 61	3	—	654 1	—		—	
12 70	3	—	—	—		—	
07	—	805 3	784 7	—		—	
03 94	3	—	—	—		—	
6692 89	2	—	—	—		—	
84 88	3	85 1 u	812 2	9 1 u		—	
84 05	3	—	—	1 1 u		—	
78 84	6	812 4	798 5	80 2		—	II
72 96	2	—	—	—		—	
65 28	2	—	—	—		—	
63 68	2	—	—	—		—	
52 82	3	—	—	—		—	
49 97	3	—	—	—		—	
45 83	2	—	—	—		—	
43 78 Ni?	3	—	—	—		—	
35 12 Ni?	4	090 2	061 1	11 1		—	
32 42	3	—	—	46 5		39 2	II
23 70	7	76 2 u	747 2	77 2		75 1	III?
17 21	10 d	31 3 R	808 1	47 1		28 1	V
17	—	—	—	07 2		—	V
6595 91	3	890 6	874 6	94 10		90 3	V
91 80	3	884 1	840 1	84 1 u		79 1	
79 29	3	—	270 1	27 1 u		—	
67 10	2	—	—	—		—	
63 42	9	400 7	399 8	39 10	48 1	46 3	II [1]
54 57	3	—	—	—	—	—	
51 45	6	45 3 u	434 4	47 3	—	—	III
35 16	3	—	—	1 1 u	—	—	
17 06	3	—	—	6.98 1	—	—	
03 76	4	—	—	—	—	—	

1) Hamm [75] mißt im Ni: 6563.419.

	Meggers u. Kiess Bogen [88]		Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Exner u. Haschek Funke [66]		Eder u. Valenta Funke [51]		Klasse
6504	25	4	220	3	212	2	22	2	—		—		
6496	18	1	889	3	898	2	—		—		—		
93	—		764	4	747	4	—		—		—		
90	33	7	318	6	313	4	29	5	—		36	1	III
82	—		806	2 U	802	2	83	1	—		—		
77	93	9	896	8	882	5	89	15	—		—		V
74	57	5	528	3	523	2	52	3	—		—		
71	—		654	2	643	2	—		—		—		
70	16	3	108	1	—		12	1	—		—		
63	02	5	010	1 U	2.996	1	2.98	3	—		—		
62	—		558	6	552	6	—		—		—		
55	08	10	010	9	4.977	4	09	30	06	1	4.99	5	III
51	14	5	11	3 u	114	2	17	8	—		—		V
50	24	10	231	10 u	218	10	30	30	29	1	22	6	I
49	—		770	2	740	3	—		—		—		
47	00	2	—		—		—		—		—		
44	75	6	725	2	783	4	68	4	—		—		V
39	83	2	—		—		—		—		—		
39	—		096	7	—		—		—		—		
30	—		342	8 u	339	5	30	4	—		39	1	III
29	97	7	887	5	869	5	89	4	—		—		
25	12	4	118	2	100	3	10	2	—		—		
21	71	5	740	1	731	3	70	3	—		83	1	V
17	79	7	813	9 u	795	6	78	10	—		84	1	III
08	39	2	37	1 U	—		39	1 u	—		—		
07	36	2	44	1 U	—		46	1 u	—		—		
6396	52	4	498	2 u	408	3	50	3	—		59	1	V
95	19	7	198	5	196	4	19	10	—		29	1	V
86	68	6	—		—		67	3	—		—		
84	49	2	—		—		—		—		—		
52	80	2	—		—		78	1	—		—		
51	37	6	40	3 U	389	2	45	5	—		30	1	V
47	72	10	803	4	797	4	79	20	—		79	1	V
40	82	4	804	3	802	2	80	2	—		—		
37	98	3	96	1 U	—		96	2	—		—		
22	94	2	—		—		98	1	—		—		
20	35	10	34	6 U	310	4	41	20	—		37	2	IV
14	50	7	93	3 U	—		49	6	—		48	1	
13	07	6	058	3	039	3	07	4	—		10	1	
11	29	7	—		—		31	3 r	—		—		
6296	96	2	—		—		94	1	—		—		
91	89	3	858	1 u	—		88	2	—		—		
82	66	10	640	7	609	2	68	20	67	1	65	4	I
76	62	5	646	5	632	2	63	3	—		63	1	
75	16	4	150	2 u	148	2	17	3	—		—		
73	06	7	048	6	038	2	07	10	—		06	1	III?
71	40	10	42	2 U	402	3	39	10	—		—		
62	84	4	815	1 u	—		82	1	—		—		
57	56	10	625	4	632	4	60	10	—		65	3	III
56	—		—		963	1	99	2	—		—		

	Meggers u. Kiess Bogen [88]		Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Exner u. Haschek Funke [66]	Eder u. Valenta Funke [51]		Klasse
6253	99	3	—		—		97	1	—	—		
49	50	6	540	4	530	5	49	8	—	55	2	II
47	26	5	230	3 U	207	3	20	5	-	23	1	
46	42	2	—		395	2	39	2	—	—		
42	48	2	—		—		—		—	—		
37	13	2	173	1 U	—		14	1	—	—		
32	45	5	435	3	436	3	49	3	—	46	1	IV?
30	98	7	1.050		1 028	6	99	10	—	1.05	3	III
23	43	6	381	2	360	2	37	3	—	37	1	
11	15	8	14	4 U	115	2	13	8	—	12	1	IV?
05	50	3	—		—		5	1	—	—		
03	50	5	700	1 U	—		03	1	—	—		
6197	83	2	—		—		79	1	—	—		
93	58	6	650	1 u	548	2	57	3	—	60	1	
88	99	7	980	8	958	10	99	10	—	98	3	II A
81	00	5	030	2 u	005	3	01	3	—	03	1	
75	08	2	—		—		—		—	—		
58	58	2	040	1 u	004	2	4.99	1	—	—		
51	22	2	—		—		49	1	—	—		
46	38	3	—		—		35	1	—	—		
43	78	4	764	1 u	759	2	76	2	—	—		
41	—		720	2	717	3	—		—			
32	44	3	400	1 u	392	2	39	3	—	—		
29	15	3	098	1 u	040	3	06	3	—	—		
28	26	3	254	1 u	—		23	2	—	—		
22	68	10	660	5	679	5	69	10	—	75	2	IV?
22	—		228	4	224	6	—		—	—		
17	00	6	6.982	5	6.990	6	6.99	6	.	02	2	I
07	93	9	93	2 U	968	4	91	6	—	95	1	V
05	49	4	45	1 U	440	5	48	3	—	44	1	
02	—		789	2	747	4	—		—	—		
00	76	5	—		—		71	2	—	—		
6098	15	6	188	5	141	3	14	8	—	19	2	I
86	68	7	656	3	668	6	63	8	—	72	2	II?
83	37	2	—		—		28	1	—	—		
82	49	10	450	8	458	8	46	20	—	50	5	III
70	61	7	615	1 U	591	3	59	8	—	68	1	V
58	27	4	23	1 U	230	2	24	2	—	—		
49	05	10	06	4 U	019	4	12	20	—	10	2	V
29	89	2	—		—		—		—	—		
15	34	3	—		—		32	1	—	—		
13	62	3	58	1 U	576	1	—		—	—		
11	43	3	—		423	2	42	1	—	—		
07	67	6	630	4 u	611	4	63	20	—	66	2	V
06	31	8	30	4 U	272	4	28	20	—	31	2	IV?
05	02	3	008	3	4.999	3	00	3	—	—		
02	48	3	—		—		48	1	—	—		
00	70	8	700	4	721	3	69	10	—	75	2	I
5996	78 Ni?	5	87	1 U	850	2	80	3	—	—		
95	79	2	—		—		—		—	—		

	Meggers u. Kiess Bogen [88]		Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Exner u. Haschek Funke [66]	Eder u. Valenta Funke [51]		Klasse
5991	89	10	878	10	875	8	89	15	—	91	5	III
84	25	10	182	3	178	u	18	20	—	22	2	III
83	36	3	—		—		32	1	—	—		
82	01	3	1.978	5	1.970	1	1.99	2	—	—		
65	57	2	—		—		68	1	—	—		
65	02	3	—		040	2	04	2	—	—		
51	78	2	—		—		78	1	—	—		
46	51	7	510	3	504	3	51	15	—	47	1	III
40	49	1	424	1	422	1	50	1	—	—		
35	38	7	372	5	369	4	39	8	—	36	1	III
15	55	8	541	6	529	7	52	10	—	46	3	III
05	59	3	—		612	1	58	2	—	63	1	
5890	48	7	483	5	490	6	49	10	—	39	2	III
83	42	3	404	1	401	1	43	2	—	—		
81	05	3	065	2 u	067	3	10	2	—	—		I?
78	03	2	—		047	1	08	2	—	—		
77	42	3	39	1 U	398	2	39	3	—	—		
76	06	3	08	1 U	055	2	06	3	—	—		
57	—		458	3	461	2	—		—	—		
46	57	3	576	2	584	4	56	3	—	—		V
34	59	2	—		—		—		—	—		
30	05	7	059	3	059	4	10	8	—	—		V
26	80	4	290	1 u	291	1	29	3	—	—		
18	09	2	—		—		18	1	—	—		
5790	02	4	—		076	2	08	2	—	—		
82	09 Cu?	5	224	1 u	125	2	—		—	—		
74	38	3	—		363	1	37	1	—	—		
70	37	6	426	1	414	3	40	4	—	—		V
52	89	2	—		890	1 u	93	1	—	—		
50	96	3	—		989	1	99	1	—	—		
40	99	2	—		990	1	98	1	—	—		
37	95	2	—		976	1	97	1	—	—		
06	07	3	—		139	1	08	1	—	—		
03	03	2	—		044	1	07	1	—	—		
5688	51	3	—		580	3	60	2	—	—		II
86	96	3	—		—		7.04	1	—	—		
79	57	3	—		637	1 u	63	1	—	—		
76	49	2	—		—		52	1	—	—		
75	39	3	—		443	1	47	1	—	—		
59	07	4	115	4	111	4	14	3	—	—		II
51	70	4	—		743	1 u	78	1	—	—		
47	20	8	222	6	220	7	25	10	28 1	—		II
42	98	4	—		3.078	2	3.08	2	—	—		
40	04	2	—		9.997	2	00	1	—	—		III A
37	76	5	708	1 u	700	4	69	2	—	—		V
36	11	6	104	1	091	3 u	08	3	—	—		V
27	84	2	—		—		78	1	—	—		
16	00	2	—		053	2	05	2	—	—		
15	70	2	—		—		—		—	—		
06	88	2	—		—		75	1 u	—	—		

	Meggers u. Kiess Bogen [88]		Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [88]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Exner u. Haschek Funke [66]		Eder u. Valenta Funke [51]		Klasse
5594	79	2	—		739	1	78	1	—		—		
94	—		460	2	474	2	—		—		—		
92	—		—		204	2	20	2	—		—		
90	72	8	728	6	740	8	77	8	78	1	—		II
81	28	2	—		—		28	1	—		—		
58	88	4	806	1 u	807	2	80	3	—		—		III?
46	96	3	—		949	1	97	2	—		—		
46	—		—		—		38	3	—		—		
45	85	6	6.010	1	899	1	—		—		—		III?
30	76	8	900	6	777	8	77	10	81	1	—		II
24	93	7	—		971	2	5.01	8	—		—		V
23	27	8	295	7	299	8	29	8	27	1	—		II?
15	93	4	—		976	1	90	2	—		—		
5495			670	2	684	2	69	3	—		—		III?
89			682	3	688	4	60	5	61	1	—		III?
83			—		081	1	08	2	—		—		
83			950	4	958	4	98	5	98	1	—		V
83			836	9	841	10	38	10	37	2	88	1	I
77			081	2	088	3	09	2	—		6.88	1	V
70			463	3	471	5	48	3	49	1	—		V
69			802	3 u	808	3	28	3	—		—		III A
54			545	6	551	7	60	10	61	1	58	1	V
52			299	2	290	2	32	3	37	1	—		V
44			554	2 u	562	5	59	15	55	1	57	1	IV?
36			983	2 u	991	2	96	3	—		—		III?
34			—		485	3	51	3	—		—		III?
25			—		—		61	2	—		—		
13			—		—		22	3	—		—		V
08			186	2	—		14	2	—		—		III
07			515	4	520	1	49	4	—		52	1	V
01			972	1	—		99	4	—		—		V
5390			465	1 u	—		42	2	—		—		IV?
81			760	3	769	2	72	4	—		80	1	V
81			120	3	140	2	11	3	—		—		III
69			580	5	581	5	64	10	64	1	62	1	I
68			897	2	892	1	90	2	—		—		
66			—		—		71	2	—		—		
64			—		—		88	2	—		—		
62			762	6	760	4	76	10	79	1	75	1	III
59			181	4	185	8	28	10	21	1	20	1	III?
53			479	8	487	6	50	10	42	2	49	2	III
52			046	6	049	5	11	10	11	2	04	1	III
49			084	2	088	2	04	3	—		—		V
47			491	2	498	2	44	3	—		—		V
43			37	6 U	382	4	39	8	41	2	36	2	III
42			678	8 u	684	5	70	10	71	2	68	2	III
41			318	4	321	3	15	5	—		—		V
39			504	2	511	1	42	2	—		—		V
36			15	1 U	168	2	11	2	—		—		V
34			821	2 u	827	7	88	3	—		—		V

	Dhein Bogen [94]	Krebs Bogen [83]	Exner u. Haschek Bogen [66]	Exner u. Haschek Funke [66]	Eder u. Valenta Funke [51]	Klasse
5333	632 3	639 1	63 3	—	—	III
32	650 2 u	666 3	66 3	—	—	III
31	450 6	451 2	43 4	5 1 u	—	II
26	239 2	239 1	20 2	—	—	IV
25	940 2	988 2	87 2	—	—	III
25	256 4	272 1	21 4	—	—	III
16	755 3	753 3	72 4	—	77 1	III
12	640 5	637 3	62 4	—	65 1	III
01	036 5	030 4	02 2	05 1	06 1	II
5287	770 2	774 1	66 5	—	68 1	V
83	474 2	480 1	43 2	—	—	V
80	632 7	633 4	63 4	63 1	67 1	III
76	165 4 U	167 2	15 4	—	18 2	V
68	490 4	487 3	53 4	—	57 1	III
66	484 5	488 4	49 10	50 1	55 1	II
66	290 4	285 4	—	—	35 2	II?
65	780 4	773 1	88 3	—	—	V
57	615 5 u	600 3	58 5	—	60 1	III
54	626 3	628 2	61 4	—		IV
49	991 2 u	988 2	95 3	—	0.01 1	V
47	912 5	914 3	85 6	—	—	II
37	070 1 u	067 1	03 2	—	—	
35	185 4	187 4	15 6	15 1	4.96 1	II
30	204 5	208 4	23 8	18 1	21 1	II
22	47 1 U	473 1	50 2	—	—	IV
19	015 2 u	026 1	03 2	—	—	V
12	702 4	702 4	68 8	69 1	69 2	III
10	052 2	051 2	03 2	—	—	IV
5183	633 8	631 1	53 1	—	—	
76	075 8 u	059 3 R	05 5	—	—	III
72	700 5	—	—	—	—	
66	066 2 u	084 4	10 2	—	—	V
65	148 3	123 2	13 2	—	—	IV?
58	81 2 U	824 2 u	83 2	—	—	IV?
58	38 2 U	368 2 u	40 2	—	—	IV?
56	325 6 U	321 2	32 3	—	32 1	IV?
54	085 3 U	033 3	08 3	—	—	IV?
49	800 4	776 3	76 2	—	86 1	II
46	775 9	741 4	72 4	74 1	77 1	IV?
45	50 2 U	—	46 3	—	—	IV?
33	450 5 u	445 3	43 8	—	52 1	V
26	200 10	193 3	19 3	—	20 1	IV?
25	680 4 u	672 2 u	67 3	—	—	IV?
22	774 7	768 3	75 3	—	80 1	IV?
13	288 4 u	286 3	21 2	—	—	IV?
08	86 2 U	879 2	84 3	—	—	V
05	547 3	542 1	52 3	—	—	
5094	943 4	948 2	95 2	—	—	III
87	842 2 U	840 2	79 1	—	—	V
22	176 2 u	178 2	16 1	—	—	

	Dhein Bogen [94]	Krebs Bogen [83]	Exner u. Haschek Bogen [66]	Exner u. Haschek Funke [66]	Eder u. Valenta Funke [51]	Klasse
5007	288 2	282 1	—	—	—	
4993	030 2	021 2	02 2	—	—	
88	02 3 U	045 3	7.92 3	—	—	I A
86	452 3	459 2	42 1	—	—	
81	750 2	749 1	76 1	—	—	
79	93 2 U	942 4	93 2	—	—	IV
71	956 6	953 3	91 2	—	—	
71	096 2	099 1	00 1	—	—	
66	580 5	578 4	54 2	—	—	I A
58	180 4	183 3	14 2	—	—	I A
36	416 2	425 3	37 1	—	—	
34	074 6	—	—	—	—	
32	876 3 u	879 2	86 1	—	—	
28	292 7	289 3	29 3	28 1	28 1	III
20	264 3	258 2	22 1	—	—	III A
12	404 2	406 1	40 1	—	—	I A
08	475 2 u	—	45 1	—	—	
04	176 6	177 3	20 3 r	—	—	
4899	516 8	522 4	52 3	50 1	52? 1	III A
97	—	260 2	65 2	—	—	
89	712 6	718 4	71 3	69 1	68? 1	III
69	402 1	399 1	42 2	—	—	
67	880 5	881 6	90 10	88 10	88 5	II
43	—	462 3	50 3	52 1	40 1	III
40	267 4	266 5	32 10	31 10	28 1	III
15	—	896 2	91 2	92 1	90 1	III
13	980 3	983 4	4.04 2	4.02 1	—	III
13	482 4	484 6	52 8	52 10	48 5	III
4796	876 2	877 2	42 1	—	—	II A
95	857 4	860 4	88 2	85 1	—	V
92	867 5	866 6	92 10	91 8	86 5	III
85	066 1	064 2	10 2	07 1	—	
81	426 1 u	432 3	46 3	46 1	40 1	II A
80	001 4	9.995 5	02 4	02 5	01 4	III
78	241 1	238 2	24 3	22 1	26 1	IV
76	328 4	324 5	33 4	32 3	32 3	III
71	105 4	102 6	12 5	11 3	10 3	III
68	096 3	093 5	08 3	07 2	10 1	III
67	149 2	151 3	17 2	16 1	17 1	
56	730 1	727 2	71 3	69 1	71 1	
54	372 1U	374 4	42 3	43 2	38 1	III
49	684 4	683 8	71 10	72 4	70 3	III
46	—	111 2	12 2	0 1	10 1	
37	76 1U	776 3	74 3	74 1	71 1	II A
34	834 2 u	832 4	83 3	83 1	84 1	III?
32	010 5	084 1	08 2	—	—	
29	058 4	054 1	—	—	—	
28	—	—	43 3	42 1	—	I A
27	924 2	928 4	—	—	—	
18	520 2 u	475 3	50 2	—	48 2	

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Exner u. Haschek Funke [66]		Eder u. Valenta Funke [51]		Klasse	
4704	—		371	2	13	3	—		—			
4699	—		171	2	15	2	—		—			
98	370	4U	390	4	38	3	39	2	—		IV?	
93	20	4U	193	5	18	8	22	3	20	2	IV?	
88	486	1u	480	2	48	2	—		—			
85	851	1u	854	2	83	2	—		—			
82	363	6	358	6	37	10	37	4	36	3	III?	
63	411	7u	407	6	42	10	44	5	41	4	III	1)
57	399	1	388	3	42	2	42	1	40	1		
54	850	1	843	2	84	2	—		—			
44	328	2u	319	4	34	2	32	1	—			
43	726	1u	726	2	77	2	—		—			
40	—		813	3	83	2	—		—			
29	380	8	373	7	40	10	36	5	—		III	1)
28	938	1	940	3	85	2	—		—			
25	762	3	765	3	73	3	74	2	70	1	III	
23	03	2U	024	4	02	3	05	1	2.99	1		
22	—		681	1	64	2	—		—			
20	—		825	3	80	2	—		—			
14	025	2U	019	3	00	2	—		—			
07	33	1U	324	3	27	1	—		—			
01	—		174	3	22	2	—		—			
4596	90	4U	888	6	92	10	91	3	—		IV	
94	615	2U	611	6	64	10	63	8	—		IV	
88	700	1	724	4	72	2	72	1	—		I A	
81	618	8u	601	8	62	10	64	10	64	8	III	
80	133	4	133	5	16	3	17	1	16	1	I A	
79	582	2U	—		35	2	35	1	—			
74	938	2	936	3	93	2	—		—			
70	01	2U	019	4	02	5	02	2	01	1	IV	
69	—		—		—		30	2	30	2		
67	86	2U	859	2	—		—		—			
66	—		603	3	62	2	63	1	—			
65	600	8u	585	6	61	8	65	8	62	8	III	
64	—		829	2	81	2	84	1	—			
64	175	2	178	4	17	2	2	1	—			
63	—		992	2	96	2	4.0	1	—			
61	946	2	945	2	94	2	95	1	—			
53	—		831	2	35	2	39	1	—			
52	—		434	2	45	2	—		—			
49	669	7	660	6	72	6	68	5	64	5	III	2)
45	975	2	975	4	98	2	97	1	99	1	III	
45	—		240	3	23	2	24	1	22	1		
43	836	6	807	6	82	5	83	4	82	4	III	
40	—		772	2	79	2	78	1	—			
33	998	7	989	5	4.01	5	4.02	4	4.00	3	III	
33	—		220	3	18	1	23	2	17	4		

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.
2) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 4549.663.

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [88]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Exner u. Haschek Funke [66]		Eder u. Valenta Funke [51]		Klasse	
4530	985	6 U	939	7	95	15	1.03	10r	96	10	II	
27	936	2 u	921	3	91	3	9	1			III	
26	—		772	2	78	2	78	1			III	
19	—		294?	2R	28	2	—					
17	121	4	100	7	09	4	09	3			III	1)
16	—		—		—		63	2				
14	—		176	3	18	3	18	1			IV	
4494	751	2	749	3	77	3	74	1			IV	
92	731	2	729	1	69	1	—					
92	070	4	072	2	09	1	—					
90	306	2	305	2	—		—					
86	717	1	712	3	73	2	76	1				
84	516	2	510	3	55	2	—					
83	946	5	924	5	94	3	94	1			III	
78	345		324	5	33	3	32	1			III	
77	—		220	2 u	23	2	—					
71	819	2	831	3	83	2	81	1			III	
71	578	6	555	4	59	3	56	2			III	
69	569	10	555	7	58	5	60	5			III	
66	888	7 r	883	5	92	5	93	3			III	
65	—		809Ti?	2	81	2	—					
55	887	2	877	2	88	1	—					
45	730	3	716	4	73	3	76	1			III	
45	—		086	4	05	2	06	1			IV	
36	201	2	182	4	32Mn?	2	—					
31	615	3	607	4	62	2	60	1			III	
21	359	3	348	5	34	3	37	2			III	
17	425	3	404	5	38	3	40	2			III	
16	—		434V?	3	46	2	—					
13	—		—		—		92	4				
04	940	2	933	2	91	2	93	1			III	
02	65	2U	651	4	69	4	66	2			III	
4395	882	2	865	5	92	2	90	2			III A	
91	897	3	880	5	94	2	91	2			III	
91	570	3 u	577	5	61	2	59	2			III	
80	05	2U	055	3 u	12	4	08	2			III?	
79	—		288V?	2	28	2	28	1				
75	550	2	534	3	53	2	55	2			III	
74	940	2	918	4	94	3	96	2			III	
74	—		429	3	43	2	—					
73	614	2U	614	4	64	5	62	2			IV	
71	136	2 u	121	4	14	3	13	2			III	
66	236	2 u	221	3	23	2	14	2				
61	930	1U	918	2	93	2	—					
60	836	2 u	828	3	85	2	83	1				
59	447	1U	440	5	48	2	50	1				
56	89	1U	894	5	86	2	90	1				
53	—		818	4	80	2	9	2				

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Exner u. Haschek Funke [66]		Klasse	
4339	637	6	619	5	64	4	64	3	III	
31	250	3	233	4	27	3	29	2	IV	
20	—		370	3	37	2	41	1		
10	080	2	078	2	09	2	—			
09	—		418	3	45	2	41	1		
07	426	2U	419	2	42	2	43	1	V	
03	236	2	226	3	25	3	20	1	I A	
01	—		007	2	04	2	0.9	1		
4292	245	2u	237	3	24	2	24	1		
87	37	1U	361	1	34	2	34	1		
85	787	5	781	3	76	3	78	1	I	
76	096	2U	102	2	08	2	05	2		
68	444	2u	440	3	45	2	47	1	III	
63	738	1U	743	2	75	2	74	1		
52	303	5	296	5	32	3	30	2	I	
48	190	2	196	2	14	2	20	1	V	
45	563	2U	567	2	54	2	56	1	V	
41	886	2u	882	3	87	2	96	1	III	
41	517	2u	512	2	53	2	—		V	
33	996	3u	993	4	99	2d?	4.04	1	I A	
29	990	2u	986	2	94	1	—			
25	105	2	105	3	12	2	16	1	III	
14	873	2	869	2	97	1	89	1		
07	609	2u	609	2	60	1	59	1		
4195	614	2	611	1	—		—			
90	709	3	702	5	72	5	74	3	I	
89	—		—		—		85	4		
87	248	3	244	3	30	2	29	2	II	
79	228	3	224	3	18	2	25	2	III	
70	903	3u	903	4	96	2	94	1		
62	180	2u	166	2	16	3	21	3	IV	
60	—		—		62	1	70	3		
58	423	3	416	4	48	2	44	2	III	
50	442	3u	431	4	46	2	48	1	II A	
45	—		—		—		16	3		
39	454	3	448	4	45	2	45	2	III	
32	11	4u	151	3	15	3	—		I	
22	277	3u	271	3	28	2	28	1	III	
21	329	8R	325	10R	37	20R	36	20	II	1) 2)
18	784	8R	769	9R	81	10	79	20	II	2)
10	544	9	538	6	55	10	55	10	I	2)
10	079	2u	—		08	1	09	1		
04	752	3	745	3	76	2	76	2	III	
04	430	4	414	3	42	2	41	1	III	
4097	219	3	198	4	21	1	—			
95	950	3u	944	4	96	2	96	1	V	
93	058	2u	088	2	07	1	—		V	

1) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 4121.326.
2) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Exner u. Haschek Funke [66]		Klasse	
4092	854	8	842	3	88	1	87	1	III	
92	897	8R	896	7	41	8	43	10	I	1)
88	819	2 u	827	2	80	1	80	1	I A	
86	307	9	306	7	84	10	84	8	II	
85	580	1 u	568	3	59	1	62	1		
82	606	3	606	4	60	2	60	2	I A	
77	410	5 u	410	1	41	2 d?	39	2		
76	—		571	3	58	1	59	1		
76	134	4	125	4	15	3	—		I A	
69	562	1 u	540	3	56	1	—		IV	
68	553	6	544	6	57	4	54	5	II	
66	378	7 R	391	5	41	5	37	5	I	
58	608	7	591	5	61	3	61	3	II	
58	188	6	181	6	21	4	20	3	I	
57	199	4	188	4	21	3	20	2	I	
56	979	2 U	952	4	95	2	95	2	V	
55	—		—		56	2	—			
54	627	2	609	2	64	1	—			
53	928	3	909	3	93	2	90	1	IV	
52	936	5 u	929	4	95	3	94	3	III	
49	295	3	282	2	28	1	32	1		
45	397	9 R	382	8 R	41	8	39	5	I	
40	808	3	800	3	80	1	82	1	III	
40	643	1 u	630	2	60	1	—			
35	556	6 u	551	6	59	8	54	3	III	
27	044	5	041	4	08	4	01	3	I	2)
23	408	4	406	5	40	3	40	3	III	
20	904	7 R	898	7	92	8	91	5	I	2)
19	300	4	299	4	30	2	28	2	I	
16	330	2 u	327	1	30	1	7	2 u	V	
13	950	6 u	947	5	94	4	94	4	II	
12	158	2 u	155	2	17	1	15	1		
03	604	8	604	8	70	1	60	2	III	
3997	909	7 R	900	9 R					II	1)
95	312	8 R	312	10 R					II	1) 2) 3)
94	541	4	543	5					I	
91	337	2	337	2						
91	698	4	698	4					I	
91	549	4 u	544	5					IV	
90	307	5	315	4					II	1)
87	121	5	123	5					I	
79	525	6	526	6					I	
78	870	3 u	871	4					V	
78	656	5	654	6					I	
77	194	5	193	3					III	
75	326	5	325	6					III	

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 4027.029; 4020.598; 3995.305.

3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3995.312.

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Klasse	
3974	732	5 R	729	5	I	
73	148	7	142	5	II	1)
72	528	7 u	525	4	III	
69	128	5	124	5	III	
65	239	2	239	2	II A	
61	006	5	008	4	II	
57	935	6 R	935	6	II	
57	629	2 u	624	2		
56	276	2	281	2		
52	923	8	922	7	II	
52	329	3	328	5	I	
51	733	1 u	737	2		
47	132	4	134	4	II	
46	637	3	637	2	II	
45	323	9	326	6	I	
44	950	3 u	953	2	IV	
42	704	3 u	701	3	IV	
41	735	5 R	742	7	II	1) 2)
40	895	6	894	6	I	3)
38	901	3 u	904	4	V	
35	974	6 R	974	8	II	1)
35	286	2	289	3	III	
34	716	2	716	3	III	
33	921	4	919	5	I	
29	278	3 u	276	4	III	
25	161	3	160	3	III	
22	764	6	831	4	I	
20	738	4	742	5	II	
20	586	2	591	6	III	
20	144	3	148	5	III	
19	638	1	642	2		
17	127	6 u	108	6		1) 2)
15	512	2	519	3		
09	941	7 u	933	6	I	
06	296	7	299	6	I	2)
04	054	1 u	059	3	V	
3898	499	3 u	497	3	III	
94	981	5 R	979	8	II	1)
94	086	9 R	084	10R	II	1)
93	290	2 u	298	2	V	
93	067	2	067	2	III	
92	125	2	120	3	III	

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Klasse	
3891	692	2 u	692	2	V	
85	281	6	—		I	4)
84	609	8	—		I	
81	911	5 R	903	7 R	I	1)
81	877	5 R	877	3		
80	998	1	999	2		
79	913	4	947	3		
78	751	4	748	3		
76	840	8 R	838	6	I	1)
73	957	7 R	—		II	4) 1)
73	117	9 R	117	9 R	II	1)
70	542	6	550	3	III	
66	839	2	836	2		
63	607	3	608	4	III	
61	168	6 R	169	8 R	I	1)
58	300	6	—			
56	799	5	789	6	III	
51	852	5	941	6	III	
50	949	6	951	1	I A	
50	104	3	107	3	III	
45	474	8 R	481	10 R	II	1) 6) 5)
43	693	5	688	4	III	
42	056	6 R	065	6	II	1)
41	460	5	464	5	I	
35	902	3	911	4		
35	688	3	694	3		
35	498	2	499	2		
32	900	3	907	4		
19	916	3	921	5	II	
17	947	4	950	4		
16	876	5	876	4	II	
16	473	5	479	6	I	
16	326	5	321	5	I	
14	464	4	465	4	III	
12	462	5	462	4	III	
11	070	4	072	4	I	
08	106	6	107	4	I	1) 7)
05	777	4	778	4	III	
01	233	1 u	241	2 R		
3783	727	2 u	735	4		
77	540	2 u	553	6	III	
77	080	1	091	2	III	

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.
2) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3941.730; 3917.125; 3906.295.
3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3940.885.
4) Hier ist bei Krebs irgendein Irrtum unterlaufen.
5) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3845.478.
6) Vahle [87] hat im Zirconspektrum gemessen 3845.477.
7) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3808.102; 3755.447.

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Klasse	
3774	601	3 u	610	6	II	
60	408	2	411	4	II	
59	687	3	699	5	III	
55	453	6	455	7	II	1) 2)
54	849	3	358	2	III	
52	792	1	796	3		
51	632	4	632	6	III	
49	983	6	987	6	II	1)
45	501	6 R	524	8	I	1)
40	196	3	201	5	II	
35	981	6	983	7	II	
34	867	8	—			
34	146	4	143	6	II	
33	495	5	496	6	II	
32	400	8	395	7	I	3) 1)
31	275	2	279	2	III	
30	484	7	484	7	II	
28	845	2	847	2	III	
26	659	2	660	4	III	
12	180	4	183	5	III	
11	648	2 u	655	3	III	
08	330	6	336	6	II	
07	470	4	479	4	II	
04	061	4 R	075	7	I	1)
02	246	7	246	6	III	
3699	015	1 u	020	2	IV	
93	479	5	480	5	I	
93	364	2	364	2	III	
93	115	5	111	5	I	
90	721	4	724	5	II	4)
86	480	2	483	3	III	
84	956	2	969	2	III	
84	479	3 u	479	7	III	
83	052	8 u	054	7	II	5) 1)
76	558	8	554	6	III	6)
70	083	2	086	3	III	
62	162	6	157	6	II	
60	696	1 u	693	2		
57	919	2	919	3	III	
56	965	4	964	4	I	
54	445	4	439	4	II	
52	544	4 R	537	6	I	
51	259	3	252	3	III	

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [88]		Klasse	
3649	352	6 u	332	7	III	
48	140	3	135	3	III	
47	663	4 R	660	6	I	
47	089	4	087	4	III	
45	440	1 u	440	2	III	
45	193	2 u	189	3	III	
43	185	5	177	5	II	
41	786	4	786	4	II	
39	445	10	442	6	II	
37	318	4	317	4	III	
36	717	5	718	4	II	
34	721	7	714	5	III	
33	333	2	331	2	III	1)
32	842	9	842	6	III	
31	950	3	951	6	III	1)
31	340	4	390	7	I	
28	228	2 u	226	1		
27	807	8 R	809	8	I	
26	019	2	007	1	III A	
24	955	6	956	6	I	
24	336	4	336	5	III	
20	420	4	420	4	III	
18	006	2	005	2	II A	
15	391	5	389	4	II	
12	743	3	—			
11	704	7	704	5	II	
10	464	4 R	—			1)
09	764	3	761	2	III	
08	317	2 u	314	2	II A	
05	867	4 R	868	6	I	1) 7)
05	013	4	015	4	III	
04	469	2	470	4	II	
02	061	5 R	061	8 R	II	1)
00	807	3	809	8	III	
3596	514	8	514	5	III	
94	869	5 R	878	8 R	II	1)
91	749	3	749	4	III	
89	320	2	318	2		
87	188	7 R	185	9 R	II	1)
86	082	4 u	075	3	III	
85	808	3 u	805	3	II	
85	159	4 R	158	8 R	I	
84	796	3 u	796	7	I	

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.
2) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3808.102; 3755.447.
3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3732.393.
4) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3690.728.
5) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3683.056.
6) Vahle [87] mißt 3676.553.
7) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3602.068.

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Klasse	
3581	878	3	879	3	II	
79	029	3	027	5	II	
78	904	3	907	5	II	
78	077	3	071	4	II	
77	684	1 u	677	2	V	
77	260	2	256	8	II	
75	361	6 R	357	7 R	II	1)
74	964	5 R	961	6 R	I	1)
69	382	6 R	377	9 R	II	1)
68	428	2	427	2	III	
64	955	5 R	953	10 R	I	1)
64	644	2	643	1		
64	143	3 u	133	3	III	
62	919	5	919	3	II	
62	100	4	101	3	III	
60	896	4 R	895	10 R	I	1)
60	304	2 u	305	3	III	
58	780	4 u	780	6	I	
53	165	3	161	3	III	
52	987	6	985	6	II	
52	719	3	714	5	I	
51	663	2	659	1	III	
50	599	5 R	593	6 R	I	1)
48	450	7	444	6	II	
46	707	4	705	5	III	
43	268	7	260	7	II	2)
42	976	2 u	976	1	II A	
42	517	2 u	510	1		
34	772	4	772	4	III	
33	363	6 R	361	7 R	I	1) 2)
30	553	2	551	1	III	
29	815	8 R	811	7 R	II	1) 3) 2)
29	087	4 R	080	6 R	I	1) 2) 4)
27	952	4	942	3	III	
26	856	9 R	847	10 R	II	2) 4) 1)
25	880	3	876	2	III	
23	706	5	701	5	II	
23	488	4 R	486	7 R	I	1) 4)
22	856	3 u	851	4	III	
3521	740	3	741	3	I	
21	572	5 R	565	9 R	I	1)
20	087	4 R	086	10 R	II	2) 4) 1)
18	358	6 R	350	9 R	II	2) 4) 1)
16	675	2	675	2	III	
13	483	4 R	483	8 R	II	1) 2)
12	643	4 R	640	8 R	II	5) 6) 1)
10	419	4 R	419	9 R	I	1)
09	844	4 R	847	10 R	II	6) 1)
06	315	6 R	319	10 R	II	6) 1) 5)
05	132	3 u	141	2	III	
04	734	4	736	3	III	
03	715	3	716	3	III	
02	281	5 R	283	8 R	II	5) 6) 1)
3496	795	4 u	806	4 R	III	
96	682	2 R	682	5	I	5)
96	070	3	072	2	III	
95	685	6 R	685	10 R	II	5) 1)
91	993	2 u	987	2	III	
91	324	3 R	322	8	I	1)
90	741	3 R	739	6	I	
89	406	5 R	405	9 R	II	6) 1)
87	719	3	717	4	II	
85	705	2	700	2	II	
85	346	7 u	375	7	III	7)
83	415	3 R	416	8 R	I	1)
83	147	2	144	1	III	
80	023	2 u	021	4	II	
78	745	4	744	5	II	
78	563	4	565	4	III	
77	853	3 u	851	3	III	
76	366	4 u	365	2 R	IV	
74	536	3	532	4	I	
74	019	9 R	018	10 R	II	1)
71	382	6 u	390	5	III	
69	683	2 u	688	1		
68	988	4 u	984	3	III	
68	594	2 u	601	1	IV	
65	796	6 R	792	10 R	II	1)

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3533.359; 3529.812; 3529.089; 3526.854; 3520.085; 3518.351; 3513.483.

3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3529.816.

4) Vahle [87] hat im Zirconspektrum gemessen 3529.040; 3526.853; 3523.440; 3520.088; 3518.353.

5) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3512.643; 3506.317; 3502.285; 3496.679; 3495.684.

6) Vahle [87] hat im Zirconspektrum 3512.640; 3509.849; 3506.314; 3502.281; 3489.401; 3462.808.

7) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3485.344.

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Klasse	
3463	496	3	499	1	III	
62	807	6 R	809	10 R	II	1) 2) 3)
61	170	6 u	173	5	III	
56	986	3	982	4	I	
55	236	3 R	232	4	I	4) 2)
54	281	2 u	286	1		
53	513	6 R	511	10 R	II	5) 6) 2)
52	334	2 u	331	2	III	
49	443	6 R	448	9 R	II	5) 2) 7)
49	171	6 R	173	8 R	II	5) 6) 2) 8)
48	362	2 u	358	2	III	
47	281	3	283	2	IV	
46	081	4 u	090	4	III	
43	646	3 R	645	7 R	II	5) 6) 2) 9)
43	192	4	198	4	III	
42	924	4 R	922	8 R	II	2)
41	146	3 u	151	2	IV	
38	904	4 u	907	4	IV	
38	710	3 u	706	2	III	
36	965	2 u	961	2	III	
35	755	3 u	753	1		
33	043	6 R	037	7 R	II	5) 6) 2)
31	579	3 R	576	5 R	II	2)
29	702	3 u	700	1	IV	
28	764	3 u	765	2	III	
23	226	3 u	219	5	III	
26	454	2 u	453	2	III	
24	506	4	504	4	II	
22	896	3	891	3	III	
21	627	3	628	2	III	
20	790	4	788	5	III	
20	482	2	482	3	II	
3417	786	4	801	3	I	
17	678	3	675	3	III	
17	158	4 R	152	9 R	II	6) 2) 10)
15	527	3	523	2	I	
12	686	3 R	680	8 R	II	11) 2)
12	335	4 R	335	8 R	II	11) 2)
09	645	2	643	2		
09	176	4 R	170	10 R	II	11) 2) 12)
05	120	7 R	111	10 R	II	11) 2) 12)
02	072	2 u	061	4 R	III	
01	914	2 u	910	3		
3398	820	6	—		III	
95	378	10 R	352	7	II	2) 12) 13)
94	902	3	890	1	III	
90	797	5	760	2	III	
90	404	6	386	3	III	
88	175	9 R	151	4	II	2) 12) 14)
85	558	3 u	529	1	IV	
85	227	9 R	197	4	II	2) 12) 15)
83	914	5	885	2	III	
81	499	7	479	2	III	
78	752	6	747	3	III	
78	368	5 u	—		III	
77	060	8 R	048	4	II	
76	217	5	192	2	III	
74	306	6	289	2	III	
73	974	5	955	2	III	
73	232	6	218	3	III	
70	330	5	312	4	I	
68	575	3 r	552	1		
67	114	4 R	099	6	II	
64	266	3	243	2	III	

1) Vahle [87] hat im Zirkonspektrum 3512.640; 3509.849; 3506.314; 3502.281; 3489.401; 3462.808.

2) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3462.808.

4) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3455.235.

5) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3453.518; 3449.446; 3449.175; 3443.650; 3433.044.

6) Vahle [87] hat im Zirconspektrum gemessen 3453.518; 3449.172; 3443.646; 3433.040; 3417.157.

7) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3449.447.

8) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3449.172.

9) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3443.645.

10) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3417.162.

11) Vahle [87] hat im Zirconspektrum gemessen 3412.684; 3412.335; 3409.179; 3405.117.

12) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3409.177; 3405.122; 3395.377; 3388.175; 3385.228 [1].

13) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3395.382.

14) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3388.174.

15) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3385.231.

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Klasse	
3363	768	3 u	743	2	IV	
63	272	3 u	251	2	III	
62	804	6 u	785	3	III	
61	278	3	261	1		
59	299	5	279	3	III	
59	085	3	059	1	III	
58	016	3	994	1	III	
56	861	3 u	830	2	III	
56	473	8	468	3	III	
55	122	3	105	1	III	1)
54	386	6R	375	5	II	2)
54	218	3 u	207	1	III?	
51	549	5 u	533	2	III	
48	120	5	106	4	II	
47	582	3 u	560	1		
46	940	10 u	922	3	III	3)
42	718	6	702	5	III	
41	960	4	940	3	III	
41	348	4	333	3	III	
39	788	6 u	775	4	III	
38	526	3	530	1	III	
37	175	3	152	3	I	
34	151	5R	139	6	II	4)
33	390	5	379	3	I	
29	478	5 u	471	2	III	
29	020	3 u	009	1	III	
28	215	4 u	197	2	III	
26	980	6 u	980	5	III	
26	566	4	556	1	III A	
25	240	6	233	4	II	
22	318Ni?4		298	5	III	
22	206	10	—			
21	920	4	908	1	III	
19	830	7	812	3	III	
19	480	10	467	3	II	
19	160	8	148	2	III	
18	404	5	398	1	II	
15	671Ni?8 r		—			
15	085	4 r	029	2	III	
14	077	9	062	3	III	
13	122	4	108	2	IV	
12	838	5	827	1	III	
12	158	8	142	3	II	
08	807	6	805	2	III	
08	494	5	483	2	III	
07	154	7	150	3	II	
3305	732	4	727	2	III	
05	110	5	108	2	IV	
04	790	4	786	1	IV	
04	119	3	114	2	IV	
03	880	6	871	2	II	
3298	674	8	669	4	III	
94	537	4	529	2	IV	
93	860	4	872	1	III	
93	214	4	208	2	III	
92	078	3	059	2	III	
87	569	4	565	1	III	
87	196	7	189	3	II	
83	781	6	785	1	II	
83	452	10 R	446	3	I	
83	324	6	325	2	III	
80	677	4	671	1		
79	250	5	251	2	II	
78	840	7	851	2	III	
78	102	3	101	1	IV	
77	660	4 u	670	1	III	
77	306	7	308	2	III	
76	476	6	471	2	III	5)
71	778	4 R	776	3	II	
70	190	4	183	1	IV	
65	350	6 R	344	1	III	
64	842	6	837	3	I	
63	210	5	204	2	II	
60	817	7 R	810	2	II	
58	025	8	018	2	III	
54	201	10 R	191	5	II	
49	994	7	987	3	II	
47	176	7 R	167	5	II	
46	993	5	985	2	III	
43	840	8 R	828	5	II	
43	580	3	570	1	III	
37	028	7	011	3	II	
35	535	7	526	3	II	
32	890	9	—			
26	995	6 R	—			
25	026Ni?4		—			
24	636	7	625	2	III	
19	155	6	143	3	II	
10	220	6	213	3	III	
03	030	3	023	2	I	
3199	325	3	315	2	I	
98	664	6	657	2	II	

1) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3355.126.
2) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3354.380.
3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3346.942.
4) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3334.152.
5) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3276.477.

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Klasse	
3193	162	5	158	2	II	
92	224	3	217	2	III	
91	300	5	294	1	II	
89	756	5	747	2	I	
88	371	7	364	3	III	
86	346	6	339	2	I	
85	950	5	947	1	III	
82	122	7	116	3	III	
80	280	3	260	1	III	
77	266	7	259	3	III	
74	905	7	900	2	III	
74	136	3	127	1	III	
69	766	8	758	3	III	
68	053	9	045	2	III	
61	650	5	645	2	III	
59	660	6 R	652	4	II	
58	769	6 R	754	5	II	
54	785	7	778	4	II	
54	675	7	665	2	III	
52	702	6	693	5	III	
49	304	6 R	294	4	II	
47	060	7 R	051	5	II	
39	943	7 R	940	6	II	
37	750	5	—			
37	454	4	442	1	III	
37	325	6 R	314	5	II	
36	721	5	717	2	II	
29	478	5	469	1	III	
28	997	3	989	1	II	
27	244	5	234	2	I	
26	710	4	704	1	III	
21	560	4 R	549	4	II	
21	414	4 R	407	4	II	
18	240	2	236	2	II	
13	470	5	467	3	III	
11	333	3	328	1	III	
10	817	4	812	2	I	
10	010	4	016	2	III	
09	504	4	502	2	III	
07	041	3 u	037	1	III	
05	457	2	455	2		
03	990	2	988	2	III	
03	785	4	782	2	III	
02	400	3	398	2	III	
3098	195	4	182	1	II	
90	250	4	244	2	III	
89	593	5	591	3	II	
87	802	2	796	2	III	
86	778	6 R	770	4 R	II	
3086	397	4	392	2	III	
82	614	5 R	609	3 R	II	
79	390	4	391	2	II	
78	520	4	507	2	III	
72	346	5 R	331	4 R	II	
71	954	5	942	2	I	
64	375	5	351	3	II	
62	198	4	178	2	II	
61	825	5	806	4 R	II	
60	051	6	036	2	III	
50	938	3	—			
50	500	3	481	2	III	
48	392	6	367	5	II	1)
44	007	8 R	987	8 R	II	
42	482	6	466	4	II	
39	560	4	552	1	III	
34	4.6	6	420	3	II	
26	366	4	368	2	III	
22	364	3 u	363	2	III	
17	552	5 R	531	4	II	
17	261	3	243	1	III	
15	691	3	677	1	III	
13	598	5	577	3	II	
05	768	4	750	2	III	
00	554	5	535	3	II	
2995	155	4	137	1		
89	599	6 R	571	4 R	II	
87	172	5 R	144	3 R	II	
84	186NI?8		121	3		
82	265	3	254	2	III	
78	016	2	010	2		
57	681	3 u	671	3		
55	387	3	380	3		
29	516	4	505	4		
28	819	3	804	3		
27	672	4	661	4		
19	560	2	546	3		
08	199	3	190	2		
2899	820	4	811	2		
95	483	3	474	1		
86	448	5	434	1		
82	221	2	207	2		
79	625	2	616	2		
78	560	3	554	3		
72	490	3	479	2		
62	610	4	601	2		
61	361	2 r	346	2		
59	660	2	653	2		
50	956	2	947	3		

1) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3048.895.

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]	
50	051	3	042	4
42	388	3	382	2
37	158	3	151	4
34	425	1	424	3
33	928	1	917	3
20	003	3	995	4
18	596	2	593	3
15	557	4	551	5
14	979	2	977	2
11	526	2	529	2
11	126	2	126	2
03	775	3	774	3
98	661 Ni?	3	—	
97	086	2	077	2
96	236	3	231	3
92	442	2	433	2
91	016	2	006	2
35	912	3	910	2
78	880	3	814	1
75	583	2u	578	2
74	964	2	960	2
38	696	2u	690	2
36	225	4	218	3
34	193	4	162	3
31	875	3	871	4
52	078	2	068	2
15	108	4	098	4
10	470	3	461	4
11	116	4	110	3
15	993	3	984	3
05	857	3u	850	2
05	853	4	849	2
04	680	2	675	2
05	840	3	842	3

	Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]	
2680	109	2	115	2
79	758	2	762	3
75	987	4	985	3
73	925	2	924	2
63	531	4	530	2
50	271	4	268	2
49	940	3	938	3
48	648	4	650	3
46	420	4	418	2
44	780	2	778	2
29	977	2	969	2
23	752	2	744	2
22	434	2	433	1
22	064	3	058	1
14	132	2	131	2
2599	211	2	206	2
90	606	2u	605	3
87			229	3
85			344	3
80			841	2
80			827	4
78			926	2
74			884	2
74			366	3R
73			471	2
72			242	2
67			401	2
64			036	3
62			140	2
61			288	2
59			406	3
56			762	2
53			870	2
53			029	2

	Krebs Bogen [83]	
2544	330	2
41	952	2
28	968	3R
25	565	2
21	861	2
17	875	2R
11	012	2R
06	915	2
06	474	3
00	529	2u
2493	918	3
70	280	2u
64	206	2
62	084	2
60	816	2
60	203	3
41	044	2
36	663	2
35	071	2u
32	213	3R
28	547	2
26	997	2
24	938	3R
23	628	2
22	569	2
19	127	2u
17	656	2
15	299	2R
14	450	2R
12	877	2
11	624	3R
08	744	2
07	260	3R
04	168	3

	Krebs Bogen [83]	
2396	237	2
91	888	2u
89	526	2
86	348	2
83	453	3
78	621	3
73	400	3
71	758	2
71	395	3
69	819	2
69	567	2
66	884	2
63	528	3
62	004	2
61	174	2
57	758	2
57	061	2
54	825	2
52	873	3
52	287	3
50	777	2
49	632	2
46	678	2
44	752	2
35	191	2
29	147	3
27	842	2
25	152	2
24	804	2
22	939	4
21	255	2
15	954	2
13	710	4
11	942	2

	Krebs Bogen [83]		Piña Bogen [86]		Exner u. Haschek Funke [66]	
2299	387	2	78	3	73	3
99	—		19	1	—	
98	726	1	77	1	74	2
98	—		39	4	28	2
96	253	1	74	3	—	
96	—		09	3	5.94	2
95	—		23	4	23	1
94	—		04	3	—	
93	233	1	46	4	58	2
92	—		05	4	01	3

	Krebs Bogen [83]		Piña Bogen [86]		Exner u. Haschek Funke [66]	
2291	144	1	50	5	42	2
90	886	1	60	3	63	1
90	—		1 Ni?		35	1
89	693	1	56	2	—	
89	173	1	19	1	11	1
88	—		84	2	59	1
87	—		87	6	86	1
86	397	1	21	5	18	6R
85	—		50	3	81	1
84	—		96	3	93	1

	Krebs Bogen [83]		Piña Bogen [86]		Exner u. Haschek Funke [66]	
2284	—		46	3	—	
83	671	3	58	3	58	2
83	—		09	2	—	
82	924	1	—		—	
82	318	1	—		89	1
81	888	1	94	2	94	2
81	—		41	2	—	
81	—		04	2	01	1
79	—		58	4	06	1
78	717	1	88	3	50	1
76	828	1	56	6	58	1
75	—		92	3	—	
75	—		53	3	44	1
74	—		60	5	54	1
73	778	1	—		—	
72	—		27	2	27	2
69	879	1	—		—	
68	—		88	3	74	1
68			24	3	16	1
67	—		17	2	—	
66	—		07	2	—	
65	818	1	84	2	74	1
65	214	1	—		8	1
64	—		96	3	89	1
64	—		50	3	20	1
62	—		68	3	62	1
61	806	1	48	1	58	1
60	—		09	1	08	3
59	995	1	60?	2	14	1
58	—		85	3	65	1
57	—		64	3	8	1 u
56	—		64	4	75	3
55	—		21	2	66	1
54	—		95	3	99	1
53	—		91	3	87 Ni?	2
53	—		6	3	48	2
52	—		77	3	88	1
51	539	1	89	2	88	1
50	416	1	58	4	58	1
49	—		08	3	8.67	1
47	—		87	2	8.1	1 u
46	—		61	3	1	1 u
45	—		51	3	—	
45	—		17	4	13	3
44	—		17	2	48	1
43	—		26	3	88	1
41	853	1	71	2	64	1
41	527	2	—		—	
40	—		81	2	13	1
37	—		63	0	—	

	Krebs Bogen [83]		Piña Bogen [86]		Exner u. Haschek Funke [66]	
2237	—		25	3	—	
36	—		84	4	81	1
34	—		86	4	8	1
33	—		83	3	—	
33	278	1	24	3	—	
32	909	1	96	3	—	
32	—		54	3	48	1
32	—		15	3	07	2
31	—		85	3	—	
30	807	1	26 Cu?	3	51	2
29	121	1	87	3	—	
28	—		88	3	—	
28	—		41	1	—	
27	—		84	4	—	
26	050	1	—		88	2
25	650	1	99	2	—	
25	—		77	3	—	
25	—		43	3	—	
25	—		—	0 u	4.86	2
24	—		16	1	40	1
23	684	1	—		2.96	2
21	—		99	3	8	1
20	—		18	3	11	2
19	—		27	2	07	1
18	—		89	3	—	
17	—		88	2	28	1 d
16	—		76	4	45	2
15	807	1	—		—	
14	—		91	4	80	1
13	—		92	6	88	1
12	—		88	4	—	
11	241	1	48	3	48	2
11	—		0	0	06	1
10	178	1	05	1	—	
08	—		59	3	—	
07	—		89	5	92	2
06	—		27	2	28	2
05	—		98	3	87	1
04	—		9	3	5.09	1
02	—		96	1	98	2
01	—		59	4	—	
00	—		51	3	48	1
2199	—		66?	4	—	
98	—		85	0	—	
98	—		88	1	81	1
97	—		68	2	—	
97	—		81	4	—	
96	—		99	1	—	
96	—		59	5	—	
94	776	1	65	3	—	

	Piña Bogen [86]		Exner u. Haschek Funke [66]		Bloch Funke [76, 77]		McLennan Funke [92]	
2193	67	3	63	2				
92	57	2	52	2				
91	90 ?	2	—					
90	68	1	72	2				
90	3	3	—					
89	40	1	—					
88	9	1	9.00	1				
87	29	3	06	1				
86	79	4	—					
86	09	1	—					
84	92	2	—					
84	31	1	—					
82	57	3	02	1				
81	77	2	7	1				
81	12	3	—					
80	01	3	18	1				
79	37 Cu?	1	—					
78	92 Cu?	1	—					
78	61	1	6	1				
78	08	1	—					
77	10	0	—					
76	50	1	—					
74	67	3	5.18 Ni?	1				
74	44	3	06	1	00	3		
73	89	3	—		—			
73	15	3	37	1	28	3		
72	24	1			24	1		
70	64	2			—			
68	79	3			37	1		
66	36 Fe?	2			—			
65	6	3			69	2		
65	14 Cu?	2			—			
63	60	3			53	1		
63	09	2			—			
62	28	1			—			
58	61	1			—			
58	34	3			—			
57	01	1			6.93	2		
55	26	1			—			
54	11	2			—			
52	16	2			3.38	1 u		
48	70	0			53	2		
47	79	1			—			
46	30	2			16	2		
45	51	2			—			
38	98	0			—		7	4
37	82	1			—		—	
32	87	0			3.16	3	—	
27	18	1			—		—	
25	17	1			4.95	2	—	

	Piña Bogen [86]		Bloch Funke [77]		McLennan Funke [92]	
2121	3	0	—		—	
20	9	0	—		—	
19	99	0	—		—	
17	0	0	92	1	—	
15	43	2	—		—	
13	63	1	4.26	1 u	—	
11	50	1	39	2	—	
09	09	3	50	2	—	
06	97	4	78	1	—	
04	80	4	5.31	1	—	
2099	35	0	—		3	2
98	92	1	50	1	—	
97	63	3	53	1	—	
95	77	2	—		—	
95	13	0	—		—	
94	80	1	28	1	—	
93	44	2	2.78	2	—	
61			—		1.5	5
27			02	3	—	
25			71	2	6.2	7
22			29	3	—	
13			88	1	—	
11			54	7	—	
08			24	1	—	
00			78	2	—	
1996			44	1	—	
94			67	1	—	
92			92	1	—	
88			85	3	—	
86			88	1	—	
84			16	1	—	
83			24	4	—	
80			62	1	—	
79			32	1	—	
78			18	1	—	
76			25	3	—	
74			18	3	—	
71			09	1	—	
69			25	4	—	
68			15	2	—	
62			34	2	—	
60			61	1	—	
58			58	5	—	
56			58	5	—	
55			04	3	—	
53			99	4	—	
53			06	1	—	
52			30	1	—	
51			31	1	—	
50			09	3	—	

	Bloch Funke [77]		Mc Lennan Funke [92]			Bloch Funke [77]		Mc Lennan Funke [92]			Bloch Funke [77]		Mc Lennan Funke [92]	
1949	31	4	—		1930	20	1	—		1895	47	1	—	
46	00	2	—		29	06	2	9.5	9	93	—		3.8	4
44	43	1	—		27	86	4	—		81	92	1	—	
43	46	1	—		26	97	1	—		72	44	1	—	
41	64	2	—		22	64	1	—		61			1.4	10
40	52	6	—		18	44	3	—		58			8.0	10
39	41	3	9.5	2	16	98	2	—		19			9.8	2
38	85	1	—		12	—		2.2	2	1740			0.8	1
36	26	2	—		10	16	1	—		10			0.9	2
34	21	1	—		07	85	1	—		1669			9.9	7
32	41	1	—		00	88	1	—						

Bloch [99]		Bloch [99]		Bloch [99]		Bloch [99]		Bloch [99]	
1845.5	2	1785.8	1	1645.8	2	1581.9	3	1528.5	2
35.1	3	83.0	1	42.4	2	81.1	1	26.4	2
30.5	3	80.2	1	41.0	1	79.8	3	25.6	2
25.5	1	26.3	1	39.3	1	78.3	1	24.1	2
23.1	2	23.6	1	36.5	2	76.8	3	23.2	1
21.2	2	20.1	1	33.2	1	75.7	3	21.7	2
18.5	1	18.0	2	31.8	3	74.2	2	20.6	1
12.6	2	15.9	2	28.2	2	72.4	2	18.2	2
08.2	1	07.2	4	25.9	1	71.3	1	11.6	1
04.4	2	02.8	2	24.5	3	70.2	1	07.7	1
00.4	1	1698.8	2	22.7	2	67.4	1	05.6	2
1797.8	2	96.1	3	21.0	1	64.9	1	04.5	1
91.6	1	93.5	1	18.8	2	63.2	1	02.3	3
90.4	4	91.7	1	15.8	1	58.9	1	00.8	2
89.0	1	89.6	2	14.1	1	57.4	1	1499.0	2
86.9	3	86.9	2	12.2	3	55 2	1	97.2	1
82.6	3	83.2	3	09.3	1	52.8	2	95.2	1
81.4	1	79.8	1	07.6	2	45.8	1	92.1	2
80.0	1	77.3	1	06.7	2	44.2	1	90.4	1
77.1	1	74.2	1	03.9	1	42.2	3	86.8	1?
72.8	5	72.9	1	01.2	3	40.8	1	75.8	1?
69.8	1	70.7	1	1599.4	1	39.2	1	72.8	1?
68.2	1	68.7	1	96.8	2	38.0	2	68.4	2?
60.0	5	66.7	2	94.5	2	37.1	1	65.6	2?
56.3	1	65.6	2	93.1	2	35.4	2	62.6	2?
54.2	1	61.4	2	90.4	1	34.1	3	59.5	1?
51.5	2	58.8	1	88.0	1	32.4	1	55.6	1?
48.0	1	52.8	1	86.0	1	30.9	1		
39.0	1	47.8	1	83.2	3	29.5	1		

Röntgen-Gebiet. (XE)[1].

K	Siegbahn	Dolejšek	Hjalmar	Stensson	Siegbahn	Siegbahn u. Stenström	Moseley	
	[102]	[101]	[100]	[96]	[89]	[82]	[80]	
α_2	1790.06			1789.52			1798	K — L_2
α_1	85.78				1785.24	1785		K — L_1
α_3	17	1777.4		1770		1781		
α_4								
β_1	16		1617.15		1617.58	1618		K — M_3
β_2	16		1606			1602	1629	K — N_5

Als Restlinien des Co nennt Gramont [53] im Sichtbaren λ 4121.3 und ; 4118.8, im ganzen Spektrum [63] 2389, eine Linie, welche nur im Funkenpektrum stark ist. Dagegen geben Hartley und Moss [64] 2582.2 und 2580.3 m. Ähnlich untersucht Pollok [67] das Verhalten von Cobaltsalzen verchiedener Mengen in Geißlerröhren.

Huber [52] untersucht den Einfluß der Selbstinduktion sowohl auf Co llein, als auf eine Legierung mit Cu. Dabei sollen im reinen Co alle Linien, deren Wellenlänge kleiner als 2990 ist, geschwächt werden oder erschwinden, die mit größerer Wellenlänge verstärkt werden oder auch neu uftreten. In der Legierung sollen die Co-Linien stärker sein als im reinen Metall. Die Detailangaben sind im Original nachzusehen.

Feinstruktur der Co-Linien hat zuerst Janicki [49] untersucht. Er gibt n, alle Linien seien einfach bis auf 4629.3, 4581.6, 4565.6, 4549.6. Wali-Mohammad [62] bestätigt dies für die erste dieser Linien, die ein Paar mit lem Abstand 0.044 sei; bei den drei andern aber liege nur eine Täuschung lurch Umkehr vor.

Der Zeemaneffekt war zuerst durch Kent[2]) für 13 Linien untersucht, on welchen aber wohl zwei nicht zu Co gehören. Jetzt sind weitere Messungen on Graftdijk [56, 65] und von Rybár [58] zu verzeichnen. Erstere gibt für 8 Linien zwischen λ 4121 und λ 3474 die Größe $\frac{\delta\lambda}{H\lambda^2}$ an, wo $\delta\lambda$ die Aufspaltung, I die Intensität des Feldes bezeichnet; der Wert schwankt zwischen etwa 5 und 17. Genauere Angaben macht Rybár: Die Linien 3385.2, 3388.1, 3463.8 verden in je zehn Komponenten zerlegt, die Linien 3495.6, 3550.5, 3704.0 in je cht, die Linien 3491.3, 3560.8, 3941.7 in je sieben. 16 Linien waren in Quadruplets aufgelöst, 106 in Triplets. Unter den Quadruplets zeigen drei lie gleiche Auflösung, und Rybár meint in ihnen den Anfang einer Serie zu ehen, ebenso wie in den drei Linien mit sieben Komponenten. Diese Gruppen on 3 Linien haben auch dieselben Schwingungsdifferenzen:

1) Neuerdings geben Siegbahn und Dolejšek (Zs. für Phys. 10 p. 159—168, 1922) noch die Linien K_{α_1} = 1785.28, K_{β_1} = 1617.13, K_{γ_1} = 1605.4, K_{β^1} = 16.19.7.

2) N. A. Kent, Notes on the Zeeman-effect. Astrophys. J. 13 p. 289—319 (1901).

λ	Schwingungs-differenz	λ	Schwingungs-differenz
3455.2	560.3	3491.3	559.4
3528.4	3267.1	3560.8	3267.0
3894.9		3941.7	

Den Effekt des elektrischen Feldes hat Takamine [90] untersucht, und er gibt eine Liste von 48 Linien, an welchen er eine Verschiebung oder Aufspaltung gefunden hat. Von diesen sind freilich 20 bisher nicht als Co-Linien bekannt, und es bleibt zweifelhaft, ob es sich um Verunreinigungen oder neu auftretende Linien handelt.

Eine beschränkte Anzahl von Linien — wohl nur die mit Selbstumkehr — hat Paulson [78, 79] auf gleiche Schwingungsdifferenzen untersucht und gibt folgende Tabelle, welche die Wellenlängen und die Schwingungsdifferenzen enthält:

3873.30 3894.21	138.63	3512.80 3529.99	138.63	3433.18 3449.54	138.14	3845.60 3995.45	975.28	3449.54 3453.66	34.58
3569.59 3587.30	138.31	3489.57 3506.47	138.12	2407.35 2415.40	138.48	3412.50 3529.99	975.34	3405.27 3409.29	34.63

Die Wellenlängen entnimmt Paulson bei Exner und Haschek, und da hier Fehler von einigen hundertel A vorkommen, so könnten die Schwingungsdifferenzen als gleich gelten. Aber inzwischen sind die weit genaueren Messungen von Krebs und Dhein gewonnen. Die Wellenlängen, welche für die Schwingungsdifferenz 138 in Betracht kommen, stimmen bei diesen beiden Beobachtern im Mittel auf 0.003 A überein, die größte vorkommende Differenz beträgt 0.006. Wir können also sagen, diese Wellenlängen sind bei Krebs auf 0.005 A genau, was in den Schwingungszahlen einem möglichen Fehler von etwa 0.05 entspricht. Die Schwingungsdifferenzen müßten also, wenn sie wirklich gleich wären, auf 0.1 identisch sein. Aber Krebs berechnet aus ihren Zahlen diese Differenzen zu:

139.02, 139.08, 138.49, 138.24, 139.02, 138.54, 138.26.

Man sieht, daß wir nicht 7 Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz haben; vielleicht ist das erste, zweite und fünfte Paar identisch, ebenso das dritte mit dem sechsten, und das vierte mit dem siebenten Aber wenn in einem so linienreichen Spektrum zwei oder drei Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz vorkommen, spricht das noch durchaus nicht für eine Gesetzmäßigkeit.

Im Bereiche der Röntgenstrahlen ist neben den Absorptionsgrenzwellenlängen nur die K-Serie bisher bekannt. Nachdem schon Moseley [80] zwei Gruppen α und β gemessen hatte, sind die Messungen schrittweise durch Siegbahn und Stenström [82], Siegbahn [89] Stensson [96], Hjalmar [100], und Dolejšek [101] ergänzt und verbessert worden. In [102] gibt Siegbahn eine Zusammenstellung mit etwas korrigierten Zahlen, die in der Tabelle p. 275 mit angeführt sind. In dieser Tabelle stehen die Messungen nach ihrer zeitlichen

Reihenfolge, so daß die älteren, die erheblich falsch sind, rechts stehen. Die Werte in der ersten, zweiten und dritten Spalte sind zur Zeit wohl die zuverlässigsten. Vor der Tabelle, in der ersten Spalte, ist die Linienbezeichnung nach Siegbahn angeführt, in der letzten Spalte die Systematik nach Wentzel. Die Wellenlänge der K-Absorptionsgrenze ist nach Duane und Kang-Fuh-Hu [93] gleich 1601.8.

In bezug auf ein Bandenspektrum sind die Kenntnisse sehr wenig gewachsen. Eder und Valenta [61a] finden, daß das Chlorid in der Sauerstoffflamme eine Anzahl von Banden liefere, die man auch in ihrer Photographie recht gut sieht. Sie messen aber nichts. Harnack [57] findet, daß das Spektrum, welches vom Chlorid in der Sauerstoffflamme entsteht, verschieden sei von dem in der Chlorknallgasflamme; die in letzterem Falle auftretenden Banden — die er aber auch nicht mißt — will er dem Cobaltchlorid zuschreiben. Einige Angaben über das Verhalten in der Chlorflamme macht auch Andrade [69], der gleichfalls ein für das Cobaltchlorid charakteristisches Spektrum bei Zusatz von Chloroform zu einer Leuchtgasflamme findet.

Auf einige Arbeiten über die Absorption von Cobaltsalzen [50, 54, 55, 59, 61, 71, 72, 73], oder die Drehung der Polarisationsebene in der Nähe der Absorptionsstreifen solcher Salze [60] sowie über die Absorption und Reflexion kathodisch hergestellter dünner Cobaltschichten [97] soll in diesem Zusammenhange nur hingewiesen werden.

Cassiopeium (Cp).

Siehe Lutetium.

Chrom (Cr = 52.1, Z = 24).

Literatur.

[53] W. E. Adeney, Photographs of spark-spectra... Part III. The ultra-violet spectra of platinum and chromium. Proc. Roy. Dublin Soc. [2] 10, 2 p. 235—249 (1904).

[54] A. Hantzsch und H. Clark, Optische Untersuchung des Zustandes von Chromat- und Permanganatlösungen. Zs. physik. Chem. 63 p. 367—381 (1908).

[55] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 1077—1100 (1909).

[56] A. Dufour, Observations faites parallèlement aux lignes de forces... Le Radium 6 p. 298—306 (1909).

[57] A. de Gramont, Sur la répartition des raies ultimes dans le spectre des divers régions du soleil. C. R. 150 p. 37—40 (1910).

[58] H. C. Jones an W. W. Strong, The absorption spectra of various salts in solution... Americ. chem. J. 43 p. 37—128 (1910).

[59] A. Dufour, Sur les triplets dissymétriques... C. R. 150 p. 614—615 (1910); Le Radium 7 p. 74—76 (1910).

[60] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. Wien. Ber. 119, IIa p. 519—613 (1910).

[61] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910.

[62] A. Hantsch, Optische Untersuchungen über die Chromophoren farbiger Salze und Säuren. Zs. physik. Chem. 72 p. 362—380 (1910).

[63] A. Dufour, Dissymétrie dans le phénomène de Zeeman... J. de phys. [4] 9 p. 277—297 (1910).

[64] H. D. Babcock, The Zeeman effect for chromium. Astrophys. J. 33 p. 217—238 (1911).

[65] H. du Bois und G. J. Elias, Der Einfluß von Temperatur und Magnetisierung bei selektiven Absorptions- und Fluoreszenzspektren. Ann. d. Phys. [4] 35 p. 617—678 (1911).

[66] J. E. Purvis, Note on the Zeeman effect for chromium. Astrophys. J. 34 p. 312—318 (1911).

[67] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.

[68] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Leipzig und Wien bei Deuticke 1911 und 1912.

[69] Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. Dissert. Göttingen 1912.

[70] A. de Gramont, Sur les raies ultimes et de grande sensibilité du chrome, du manganèse... C. R. 155 p. 276—279 (1912).

[71] O. Lüttig, Das Zeemanphänomen von Cu, Fe, Au, Cr, Ni, Pd, Mn und A im sichtbaren Spektrum. Ann. d. Phys. [4] 38 p. 43—70 (1912).

[72] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of some metals and metallic chlorides. Proc. Dublin Soc. [2] 13 p. 253—268 (1912).

[73] C. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Phil. Mag. [6] 27 p. 1024—1034 (1913).

[74] K. Burns, The arc spectrum of iron. Lick Observat. Bull. Nr. 247, Vol. 8 p. 27 bis 46 (1913); Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 207—235, 13 p. 235—244 (1913).

[75] H. Smith, The spectroscopy of the electric brush discharge in weak acids and solutions. Phil. Mag. [6] 27 p. 801—823 (1914).

[76] R. Richter, Zeemaneffekt an Chrom, vom ultravioletten bis zum blauen Teil des Spektrums, unter besonderer Berücksichtigung einiger Asymmetrien. Diss. Göttingen 1914. 47 pp.

[77] A. S. King, The variation with temperature of the electric furnace spectra of vanadium and chromium. Astrophys. J. 41 p. 86—115 (1915) cfr. Phys. Rev. (2) 5 p. 79 bis 80 (1915).

[78] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. Ann. d. Phys. [4] 50 p. 713—728 (1916).

[79] M. Siegbahn und W. Stenström, Über die Hochfrequenzspektra (K-Reihe) der Elemente Chrom bis Germanium. Physik. Zs. 17 p. 48—51 (1916).

[80] M. Siegbahn und W. Stenström, Die Röntgenspektren der Elemente Natrium bis Chrom. Physik. Zs. 17 p. 318—319 (1916).

[81] A. S. King, An attempt to detect the mutual influence of neighbouring lines in the electric furnace spectra showing anomalous dispersion. Proc. Nat. Acad. 2 p. 461 (1916). Mt. Wilson Comm. 91.

[82] A. S. King, A study with the electric furnace of the anomalous dispersion of metallic vapours. Astrophys. J. 45 p. 254—268 (1917).

[83] J. A. Anderson, A method of investigating the Stark effect for metals, with results for chromium. Astrophys. J. 46 p. 104—116 (1917).

[84] S. Piña de Rubies, Nuevas rayas del cromo en el espectro de arco en el aire entre 2300 y 1890 U. A. Anal. Soc. Españ. de Fis. y Quim. 15 p. 110 (1917).

[85] H. M. Randall und E. F. Barker, The infra-red arc spectra of cobalt, nickel, manganese and Chromium. Astrophys. J. 49 p. 54—60 (1919).

[86] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. Phil. Mag. [6] 37 p. 601—612 (1919); Röntgenspektroskopische Präzisionsmessungen. Ann. d. Phys. [4] 59 p. 56—72 (1919).

[87] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies ... Physic. Rev. (2) 14 p. 516—521 (1919).

[87a] Jos. Buchholz, Das Bogenspektrum von Titan gemessen nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1918. Manuskript.

[88] H. Fricke, The K-characteristic absorption frequencies ... Physic. Rev. [2] 16 p. 202—215 (1920).

[89] C. C. Kiess and W. F. Meggers, Wave-lengths longer than 5500 A in the arc spectra of seven elements. Sc. Pap. Bur. of Stand. No. 372 (1920).

[90] N. Stensson, Über die Dubletten in der K-Reihe der Röntgenspektren. Zs. für Physik 3 p. 60—62 (1920).

[91] H. Bracchetti, Über die kathodische Herstellung von Metallspiegeln. Diss. Münster 1920. Manuskript.

[92] H. Pickhan, Tertiäre Normalen. Dissertation Münster 1920. Manuskript.

[93] Jos. Hall, Das Bogenspektrum des Chrom. Dissert. Bonn 1921.

[94] W. Duane and H. Fricke, On the absorption of x-rays by chromium, manganese and iron. Phys. Rev. [2] 17 p. 529—530 (1921).

[95] F. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. Zs. für Physik 1 p. 439—458 (1921).

[96] V. Dolejšek, Sur les lignes Kα des éléments legers. C. R. 174 p. 441—442 (1922)

[97] M. Siegbahn, Bericht über die letzte Entwicklung usw. Jahrb. Radioakt. 18 p. 240—298 (1922).

[98] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse usw. Naturwiss. 10 p. 369—381 (1922).

[99] M. Siegbahn und V. Dolejšek. Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. Zs. für Physik 10 p. 159—168 (1922).

Im ultraroten Teil des Chromspektrums beginnen Messungen von Randall und Barker [85] bei 2.6 μ. Sie sind mit Bolometer erhalten und haben eine Genauigkeit von etwa 3 bis 5 A. Dann setzt bei λ 9734 eine umfangreiche Tabelle von Kiess und Meggers [89] ein, die photographisch mit Gitter erhalten ist, also die hundertfache Genauigkeit haben wird. Auch Meissner [78] hat einige Linien im Ultrarot und Rot gemessen. Von λ 7462 beginnt eine wie es scheint sehr gute Messung des Bogenspektrums durch Hall [93], die sich bis λ2588 erstreckt. Die Fehlergrenze scheint — wie ein Vergleich mit Burns [74] und Pickhan [92] zeigt, — bei den scharfen Linien auf einige Tausendstel reduziert. Auch Eder und Valenta haben für den langwelligen Teil des Bogens [60] und Funkens [55] Messungen veröffentlicht, ebenso Exner und Haschek [68] ihre früheren Messungen im langwelligen Gebiet ergänzt. Außerdem hat Burns [74] bei seiner Messung des Eisenspektrums einige Chromlinien mitgemessen, ebenso Buchholz [87a] im Titanspektrum, und Frl. Pickhan [92] hat eine größere Anzahl Linien bestimmt. Alle diese neuen Messungen stimmen sehr erfreulich überein. — Im kurzwelligen Teil hat Piña de Rubies [84] von λ 2297 bis λ 1994 Zahlen veröffentlicht.

Alle diese neuen Messungen sind in der folgenden Tabelle vereinigt, die von Eder und Valenta, sowie Exner und Haschek auf I A reduziert. Doch habe ich unterhalb λ 4700 alle Linien, die nicht von wenigstens einem Beobachter mit der Intensität 2 bezeichnet sind, fortgelassen, um die so noch sehr ausgedehnte Tabelle etwas zu kürzen. Von Exner und Haschek sind auch die alten Messungen bei kürzeren Wellenlängen wieder aufgenommen, um wenigstens zwei Listen für den Bogen, eine für den Funken ganz durchzuführen. Piña gibt noch eine Anzahl ungenau gemessener Linien, die ich nicht anführe.

Randall u. Barker Bogen [85]		Randall u. Barker Bogen [85]		Randall u. Barker Bogen [85]	
26282.0	20	15860.5	30	9948.4	20
25902.2	10	680.0	30	9782.2	120
849.7	20	13462.1	20	9670.9	50
815.6	10	11611.4	100	9574.6	150
784.6	5	483.8	40	9447.9	150
708.8	10	392.3	50	9290.6	150
665.4	10	337.1	40	08.3	30
583.6	20	311.9	20	9140.6	20
560.4	10	157.6	90	9015.4	300
489.7	10	016.0	80	8977.1	30
459.6	15	10906.2	60	47.3	160
18717.0	20	819.9	40		
654.2	30	678.4	30		
583.5	30	486.3	35		
479.1	30	082.0	20		

	Kiess u. Meggers Bogen [89]		Meissner Bogen [78]	
9734	51	1		
9670	46	1		
9574	22	2		
71	70	0		
9447	00	3		
9294	11	2		
90	42	4	0.30	0
63	92	0? 2	—	
08	33	2	—	
9142	62	1u	—	
41	13	1u	—	
40	87	1u	—	
9035	88	3	—	
21	69	4	1.68	1
17	10	5	7.06	2
09	95	6	0.00	3
8976	88	3	6.75	1
47	21	2	7.12	1

	Kiess u. Meggers Bogen [89]		Meissner Bogen [78]
8718	78	1	—
07	98	1	—
07	48	1	—
8687	55	1	—
43	02	1	—
36	32	1	—
8583	07	1	—
62	63	1u	—
55	55	1	—
48	82	2	—
37	89	1	—
11	08	1	—
8483	45	1u	—
55	22	2	—
50	25	2	—
8348	27	2	—
8290	59	1u	—
87	88	1	—

	Kiess u. Meggers Bogen [89]		Meissner Bogen [78]
8238	26	1	—
35	90	2	—
8166	64	1	—
63	21	3	—
8084	98	1	—
61	29	1	—
07	97	1u	—
7990	51	1	—
89	37	1	—
42	00	2	—
17	84	1	—
10	48	1	—
08	30	2	—
7885	01	1	—
61	30	1	—
7762	99	1	—
26	00	1	—
24	63	1	—

	Kiess u. Meggers Bogen [89]		Meissner Bogen [78]		Hall Bogen [93]		Eder u. Valenta Bogen [60]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Klasse
7722	88	2	—								
7462	84	10	—		2.43	3u	3.	3			
00	22	10	—		0.30	3u	1.	3			
7355	98	10	—		6.00	3u	7.	3			
7188	07	1	—		—		—				
85	51	2	—		—		—				
70	63	2b?	—		—		—				1)
6981	04	3	—		—		—				
80	81	2	0.88	3	—		—				
79	79	7	9.85	4	9.81	2U	9.	10			
78	51	10	8.48	6	8.52	4U	—		8.50	1	III
25	99	1	6.00	1	5.91	1U	—		—		
25	20	9	5.26	3	5.24	2U	5.	10	5.2	1u	III
24	14	10	4.16	4	4.20	2U	—		4.2	1u	III
6883	03	9	3.06	4	3.04	2U	3.07		3.0	1u	III
82	38	9	2.38	3	2.48	2U	2.52	3	2.2	1u	III
81	62	9	1.68	2	1.7	1U	1.72		1.5	1u	III
80	42	2u			—		0.	Kante	—		
28	81	2u			—		—		—		
6789	—				9.18	2u	9.18	3	—		
72	87	2u			—		3.	Kante	—		
62	42	2			2.47	2u	2.50	3	—		
57	77	2			—		—		—		
51	28	2			—		1.29	3	—		
46	65	1			—		—		—		

1) b bedeutet, daß dies eine Bandenlinie ist.

	Kiess u. Meggers Bogen [89]	Hall Bogen [93]	Eder u. Valenta Bogen [60]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Eder u. Valenta Funke [55]	Klasse	
6744	65 1	—	—	—			
34	16 2	4.21 2u	4.07 3	—			
29	74 3u	—	—	—			
15	36 3u	5.45 1	5.44 4	—			
6680	18 2b?	—	—	—			
77	20 2b?	—	—	—			
69	25 4	9.28 2	9.25 5	9.27 1		IV	
63	93 1b?	—	—	—			
61	09 5	1.121 1	1.13 7	1.07 3	1.13 1	IV	
42	99 1	3.06 1u	—	3.04 1	—		
30	01 3	0.049 3	0.04 7	0.02 2	—	I A	
12	15 2	2.224 1u	2.24 4	—	—		
6597	55 2	7.596 2	7.68 4	7.57 1	—	V	
94	71 2	4.693 2	4.68 5	4.68 1	4.62 1		
80	—	—	—	0.96 1	—		
72	90 2b?	2.894 2	2.90 5	2.87 2	—	I A	
37	95 2	7.921 3	8.04 6	7.90 2	—	I A	
29	—	9.197 2	9.20 5	9.14 2	9.19 1	V	
16	—	6.026 2	—	—	—		
01	—	1.212 3	1.26 6	1.21 1	—	I A	
6428	—	8.140 2	8.14 5	—	8.20 1		
21	—	1.378 2	—	—	—		
18	—	—	—	—	8.90 1		
6394	64 3u	—	4.5 Kante	—	—		
79	—	—	—	—	9.94 2		
70	—	—	—	—	0.77 2		
62	88 4	2.889 6	2.92 8	2.82 4	2.90 2	I A	1)
47	—	—	—	—	7.00 4		
30	10 4	0.116 6	0.13 10	0.09 4	0.13 3	I A	1)
27	—	7.447 1u	7.47 5	7.40 1	—		
22	—	—	—	2.54 1	—		
15	—	—	—	5.78 1	—		
13	—	3.205 1u	—	3.21 1	—		
05	—	—	—	—	5.76 2		
6271	—	—	—	—	1.82 1		
61	—	1.287 2u	1.25 5	1.29 1	1.24 1		
26	—	—	—	—	6.95 1		
6195	—	—	—	—	5.26 1		
90	64 2b?	—	—	—	—		
87	—	—	—	—	7.09 1		
79	—	—	—	—	9.21 2		
76	—	—	—	—	6.77 1		
71	—	—	—	—	1.88 1		
58	—	—	—	—	8.84 4		
35	75 2b?	5.771 1u	—	5.78 2	5.79 1		
29	—	—	—	—	9.25 1		
02	—	2.709 2	2.72 6	—	2.71 1		
6089	—	—	—	—	9.77 2		

1) Exner u. Haschek geben im Funken: 6362.8 (1); 6330.09 (1).

	Kiess u. Meggers Bogen [89]		Hall Bogen [93]		Eder u. Valenta Bogen [60]	Exner u. Haschek Bogen [68]		Eder u. Valenta Funke [55]		Exner u. Haschek Funke [68]			
6069	—		—		—	—		9.77	1				
67	—		—		—	—		7.96	1				
53	—		—		—	—		3.53	2				
51	91	3u	—		1.9 Kante	—		—					
47	—		7.665	1		7.66	1	—					
45	—		5.403	1u		5.41	1	—					
40	—		—			—		0.54	1				
29	—		—			9.28	1	—					
5971	—		—			—		1.39	1				
70	—		0.694	1		0.69	1	—					
63	—		—			3.93	1	—					
59	—		9.177	1		9.20	1	8.92	1				
13	—		—			—		3.89	1				
04	—		—			—		4.50	1				
02	13	1b?	2.189	2		2.13	1	2.19	1				
5895	—		—			—		5.95	1				
90	—		—			0.01	1	—					
88	—		—			8.80	1	—					
87	—		—			7.98	1	7.94	1				
84	—		4.448	3		4.45	2	4.42	1				
76	—		—			6.55	1	—					
66	94	2b?	—			—		6.95	1				
54	21	2b?	—			—		—					
53	—		—			—		3.22	1				
44	69	2b?	4.595	2		4.62	2	—				III	
43	—		—			3.24	1	—					
38	—		—			8.66	2	—				III	
01	—		1.188	2		1.21	1	1.17	1				
5798	—		—			8.46	1	—					
97	—		7.890	1		7.88	1	—					
96	76	1b?	6.752	2		6.76	2	6.61	1				
94	71	3u	—			—		—					
91	—		1.768	2		1.78	1	—				III	
91	00	10	1.08	7U		1.08	15	0.95	10	1.04	3	III	
88	—		8.388	2		8.87	2	—		—		III	
88	01	9	7.982	6u		8.00	10	7.98	6	7.98	2	III	
87	06	2	7.027	2		7.08	2	—		—		III	
85	82	8	5.814	4u		5.86	5d?	5.78	3	5.82	1	III	1)
85	01	8	5.042	5u		5.07	6	4.96	3	5.01	1	III	
83	95	9	3.923	5u		3.95	8	3.85	3	3.98	1	III	
5783	12	9	2.131	5u		3.16	5	3.06	3	3.16	1	III	
81	81	9	1.805	4u		1.88	3	1.59	½	—		III	
81	09	9u	1.208	4u		1.20	3	1.10	½	—		III	
77	—		4.750	1		—		—		—			
72	—		2.667	2		2.67	1	—		—			
71	62	2u	—			—		—		—			
53	68	2	3.672	2		3.67	2	3.62	1	—		V	
46	44	1b?	6.408	3		6.42	1	—		—		III	

1) Nach King [82] liegt hier noch eine Linie 5785.95 von Klasse IA.

	Kiess u. Meggers Bogen [89]	Hall Bogen [93]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Eder u. Valenta Funke [55]	Exner u. Haschek Funke [68]	Klasse	
5738	54 1b?	8.532 2u	8.53 1	—	—	III	
36	—	6.629 1	—	—	—		
29	28 1b?	9.196 2	9.19 1	—	—	IV	
19	87 2	9.819 3	9.81 1	—	—	III	
12	75 4	2.779 4	2.76 3	2.76 3	2.78 1	III	
12	—	2.630 3	2.65 1	—	—	V	
02	31 4	2.315 4	2.30 3	2.31 3	2.33 1	III	
00	—	0.513 2	0.53 1	—	—	III	
5698	33 5	8.331 5	8.31 4	8.34 2	8.34 2	III	1)
94	81 5	4.729 4	4.72 3	4.72 2	4.73 1	III	
88	60 1	8.506 1u	—	—	8.5 1u		
82	50 3	2.455 3u	2.41 2	—	2.4 1u	III	
81	21 2	1.189 2u	1.20 2	—	1.2 1u	V	
74	—	4.174 1	4.22 1	—	—		
64	10 4	4.085 4	4.02 3	4.04 2	4.04 1	III	
58	—	8.633 1	8.60 1	—	—	III	
49	41 2b?	9.871 2	9.80 2	9.87 1	9.86 1	IV	
48	12 2b?	—	8.18 1	—	—	III	
42	34 2b?	2.874 2	2.87 2	—	2.88 1	III	
38	—	8.170 1	8.15 1	—	—	III	
28	64 3	8.645 4	8.60 3	8.63 1	8.66 2	III	
20	—	—	—	0.71 2	0.7 1		
5587	—	—	—	7.87 2	—		
74	—	—	4.41 1	—	—		
70	—	—	—	0.16 3	—		
68	—	—	8.29 1	—	—		
64	58 3u	—	—	—	—		
54		—	4.28 1	—	—		
48		—	8.59 1	—	—		
40		—	0.8 1u	—	—		
19		—	9.55 1	—	—		
12		—	2.3 1u	—	—		
10		—	—	—	0.71 1		
09		—	9.93 1	—	—		
08		—	8.18 1	—	8.61 1		
03		—	—	—	3.18 1		
02		—	—	—	2.08 1		
5480		0.508 3	0.50 2	0.48 2	0.60 1	IV	
78		—	—	8.85 3	8.87 1		
63		3.970 3v	3.91 2	3.96 2	3.94 1	IV	
42		2.417 2	2.39 1	2.39 1	2.41 1	IV	
32		2.383 1u	—	—	—		
20		—	—	0.87 2	0.94 1		
09		9.798 8U	9.80 20	9.79 20	9.83 8	I	2)
07		—	—	7.18 3	7.59 1		
05		5.008 3	4.98 1	4.99 2	5.00 1	IV	
00		0.618 4	0.54 3	0.52 4	0.59 2	III	

1) Buchholz [87a] mißt: 8.32.

2) Von Dufour [56, 59] auf Zeemaneffekt untersucht.

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Eder u. Valenta Funke [55]		Exner u. Haschek Funke [68]		Klasse	
5391	355	2	1.36	1	1.32	1	1.33	1	IV	
90	399	3	0.40	1	0.38	2	0.40	1	IV	
87	578	3	7.53	2	7.57	1	7.57	1	III	
86	988	4	6.94	2	6.97	3	6.96	1	IV	
77	75	1 U	—		—		—			
73	724	1	3.71	1	3.72	1	3.69	1		
71	—		1.48	2	1.45	3	—			
70	370	2	0.35	1	0.35	1	0.32	1		
68	554	2	8.53	1	8.54	1	8.52	1		
63	660	1	—		—		—			
61	149	1	—		—		—			
48	312	8 u	8.31	10	8.32	20	8.31	3	I	1)
45	796	8 u	5.80	20	5.79	20	5.81	5	I	1)
44	793	2	4.81	1	—		4.81	1	III	
42	996	1	—		—		—			
40	479	3	0.46	2	0.47	1	0.47	1	IV?	
37	—		—		7.84	2	7.81	1		
34	—		—		4.91	6	4.90	1		
29	72	5 U	9.76	3	—		9.8	1 u	II	
29	12	4 U	9.14	3	9.16	3	9.09	1	II	
28	58	6 U	—		—		—			
28	37	8 U	8.34	10	8.31	30	8.33	10	II	
28	06	5 U	—		—		—			
18	810	3	8.74	2	8.78	*1	8.77	1	IV	
13	—		—		3.67	5	3.62	1		
12	891	3	2.84	2	2.87	1	2.89	1	IV	
10	—		—		0.71	2	0.74	1		
08	—		—		8.42	4	8.42	1		
07	288	1	—		—		—			
05	—		—		—		5.85	1		
04	221	3	4.15	2	4.18	1	4.15	1	IV	
03	592	1	—		—		—			
02	008	1	—		—		—			
00	767	5	0.71	4	0.74	4	0.72	2	I	
5298	27	7 U	8.29	4	8.29	20	8.26	4	I	1)
97	96	5 U	—		—		8.0	1 u	II	
97	85	5 U	7.81	2 u	—		7.83	2	II	
96	69	6 U	6.69	4	6.70	8	6.69	3	I	1)
93	385	1	3.38	1	—		—			
92	866	1	2.86	1	—		—			
87	209	3	7.17	1	—		—		IV	
80	289	3	0.31	1	0.28	5	—		IV	
78	258	2	8.22	1	—		—		V	
76	03	5 U	5.89	5 d	6.04	3	5.9	1 u	II	
75	66	4 U	—		—		5.5	1 u	II	
75	17	5 U	5.16	3	5.15	3	5.1	2 u	II	
73	458	3	3.42	1	3.52	1	—		III	
72	032	3	2.01	2	2.01	2	2.03	1	III	

1) Von Dufour [56, 59] auf Zeemaneffekt untersucht.

λ	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Eder u. Valenta Funke [55]		Exner u. Haschek Funke [68]		Klasse	
5265	722	5 R	5.73	3	5.80	4	5.73	2	I	1)
65	175	3	5.16	1	—		5.13	1	III	
64	145	6 R	4.18	8	4.16	6	4.15	3	I	1)
63	750	1	—		—		—			
61	763	2	1.74	1	—		1.73	1	IV	
55	143	4	5.04	5 d	5.14	4	5.03	2	IV	2)
54	934	3	—		—		—			
47	567	5 R	7.55	8	7.56	4	7.54	2	I	1)
43	382	3	3.36	1	3.36	2	—		III	
41	465	1 u	—		—		—			
40	468	1 u	0.45	1	—		—		IV	
38	974	2	8.95	1	—		—		III	
37	—		—		7.33	7	7.33	2		
30	226	1	0.18	1	—		—		III	
28	080	2	8.08	1	—		—		IV	
26	898	2	6.92	1	—		—		IV	
25	822	2	5.83	1	—		—		III	
25	050	2	5.02	1	5.05	4	5.01	1	III	
24	956	3	—		—		—			
24	530	2	4.53	1	—		—		IV	
24	094	1	4.07	1	—		—		IV	
22	667	1	2.68	1	2.69	2	—		IV	
22	296	2	—		—		—			
21	944	2	—		—		—			
21	746	3	1.76	2	—		1.78	1	III	
20	918	2	0.93	1	—		—		IV	
14	126	3	4.10	2	4.12	2	4.13	2	IV	
12	—		2.23	1	—		—		IV	
08	429	10 R	8.43	30 R	8.44	30	8.44	20	II	1) 3)

λ	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Eder u. Valenta Funke [55]		Exner u. Haschek Funke [68]		Klasse	
5013	322	4	3.31	2	3.30	2	3.32	1	III	
04	—		4.37	1 u	—		—			
4985	956	1	5.96	1	—		—			
64	918	3	4.92	2	4.90	1	4.92	1	II A	
54	804	4	4.81	3	4.80	3	4.80	2	III	
53	714	1	3.72	1	—		—			
49	—		9.59	1	—		—			
44	—		4.57	1	—		—			
42	490	4	2.50	3	2.47	1	2.51	1	II A	
36	390	4	6.32	3	6.34	2	6.34	1	III	
31	—		1.12	1	—		—			
30	177	2	0.18	1	—		—			
23	—		3.32	1	—		—			
22	257	5	2.31	4	2.26	3	2.25	3	III	
20	931	2	0.97	1	—		0.94	1	IV	
19	—		9.47	1	—		—			
12	—		—		—		2.52	1		
05	—		5.06	1	—		—			
03	229	3	3.29	3	—		3.18	1	III	
01	—		—		—		1.65	1		
4898	—		8.49	1	—		—			
94	—		4.39	1	—		4.35	1		
88	534	3	8.53	2	—		8.50	1	III	
87	—		7.70	1	—		—		III	
87	010	4	7.02	3	7.01	3	7.00	3	II	
85	951	2	—		—		—			
85	774	3	5.83	3 d	—		5.82	1	IV	4)
84	945	1	4.95	1	—		—		III A	
84	—		—		—		4.61	1		

06	037	10 R	6.07	30 R	6.06	30	6.05	15	II	1) 2)
04	511	9 R	4.54	20	4.53	30	4.53	10	II	1) 3)
00	206	3	0.20	1	0.18	2	0.17	1	IV	
5196	450	4	6.44	2	6.44	5	6.47	1	III	
93	486	2	3.50	1	—		—		IV	
92	026	3	2.01	2	2.00	3	2.03	1	III	
84	593	4	4.56	2	4.57	2	4.58	1	III	
77	440	3	7.40	1	7.45	2	7.39	1	IV	
66	232	3	6.24	2	6.26	5	6.28	1	III	
61	771	1	1.77	1	—		—		III?	
44	678	2	4.68	1	4.68	1	—		II?	
42	272	1	—		—		—			
39	665	3	9.64	2	9.65	4	—		IV	
23	466	2	3.45	1	—		—		I	
22	763	1 u	—		—		—			
22	114	2	2.09	1	—		—		I	
13	133	2	3.12	1	—		—		II?	
12	490	1 u	—		—		—			
10	754	3	0.75	1	—		—		II?	
5091	890	1	1.85	1	—		—		II A	
78	704	1 u	—		—		—			
72	927	3	2.92	1	—		—		I	
68	295	1	8.27	1	—		—		II A	
67	718	3	7.69	2	7.70	1	—		III	
65	912	2	5.88	1	—		—		III	
63	—		—		—		3.71	1		
51	892	2	1.90	1	—		—		I	
48	750	1	8.77	1	—		—		II A	
21	903	1	1.86	1	—		—		II A	
18	—		8.62	1	—		—			

80	—		0.03	1	—		—		IV
76	—		6.42	1	6.37	3	6.42	2	
75	—		5.52	1	—		—		
74	647	1	4.64	1	—		—		IV
70	794	4	0.81	3	0.84	4	0.81	2	III
64	—		4.37	1	4.32	2	4.33	3	
61	837	4	1.83	3	1.86	2	1.84	2	III
61	192	2	1.22	2	—		1.21	1	III
60	—		—		—		0.24	1	
57	—		7.37	1	—		—		
56	—		—		—		6.14	1	
55	153	1 u	5.20	1	—		—		
51	457	1	1.52	1	—		1.44	1	
48	270	1 u	8.28	1	8.24	5	8.25	8	
47	—		7.23	1	—		—		
46	—		6.34	2	—		6.32	1	IV
43	—		3.12	1	—		—		
41	—		1.79	1	—		—		
40	—		0.22	1	—		—		
38	—		8.45	1	—		8.47	1	
36	851	2	6.88	2	—		6.85	1	
36	—		6.37	1	—		6.23	2	III
35	—		5.72	1	—		—		
31	636	1	1.68	1	—		1.70	1	
29	360	6	9.35	5	9.36	4	9.35	3	II
25	—		5.53	1	—		—		
24	126	1 u	4.22	1	—		4.12	10	
23	928	1 u	3.98	1	—		—		
16	145	1	6.17	1	—		6.21	1	
14	268	2	4.32	1	—		4.31	1	III A

1) Von Doufour [56, 59] auf Zeemaneffekt untersucht.
2) Von King [77] doppelt gemessen: 5255.10 u. 5254.91.
3) Burns [74] mißt: 5208.429, 5206.040, 5204.585.
4) King [77] mißt: 4885.96 und 4885.74.

	Hall Bogen [93]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Eder u. Valenta Funke [55]	Exner u. Haschek Funke [68]	Klasse	
4812	—	—	—	2.37 2		
10	735 1	0.77 1	—	0.77 1	III A	
09	—	9.34 1	—	—		
06	254 1	6.30 1	—	6.30 1	III A	
05	—	5.29 1	—	—		
04	—	4.70 1	—	4.57 1		
01	036 5	1.06 5	1.04 2	1.04 3	III	1)
4799	—	9.25 1	—	—		
98	—	8.59 1	—	—		
97	—	7.73 1	—	—		
96	—	6.9 1u	—	—		
96	170 2u	6.15 2	—	6.21 1	IV	1)
94	—	4.58 1	—	—		
93	539 4	2.54 4	2.53 3	2.53 3	III	1)
90	348 2	0.37 2	—	0.36 1	III A	
89	354 5	9.35 5	9.37 4	9.34 3	II	1)
88	181 2	—	—	—		
87	—	7.77 1	—	—		
83	998 1U	3.07 1u	—	—		
79	—	9.98 1	—	—		
77	—	7.63 1	—	7.62 1		
75	—	5.55 1	—	5.57 1		
75	140 2	5.14 1	—	5.18 1	IV	
74	568 1	4.58 1	—	—		
71	—	1.61 1	—	1.65 1		
70	662 1	0.72 1	—	0.73 1		
69	—	9.8 1u	—	—		
68	—	8.62 1	—	—		
67	367 3	7.84 2	7.88 1	7.88 2	IV	1)

	Hall Bogen [93]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Eder u. Valenta Funke [55]	Exner u. Haschek Funke [68]	Klasse	
4724	412 3	4.42 3	4.42 2	4.43 2	III	1)
23	—	3.92 1	—	—		
23	094 2	3.13 2	3.13 1	3.15 2	III	1)
22	741 1u	2.72 1	—	2.77 1		1)
21	—	1.17 1	—	—		
18	453 5	8.45 10	8.43 8	8.45 5	III	1)
17	680 1	7.72 1	—	—		
17	—	7.60 1	—	—		
15	—	—	—	5.12 1		
13	991 1	4.02 1	—	4.02 1		
08	058 5	8.02 10	8.03 4	8.05 3	III	1)
07	751 1	—	—	—		
06	102 2	6.11 2	—	6.12 1	IV	
05	—	5.42 1	—	—		
03	890 1	—	—	—		
02	—	2.95 1	—	—		
02	475 1	—	—	—		
01	—	1.58 1	—	—		
00	619 3	0.62 2	—	0.62 1	IV	1)
4699	591 2	9.62 2	—	9.62 1		1)
98	947 2	8.99 1	—	—		
98	618 3	—	—	—		
98	482 3	8.53 4	8.49 5	8.53 4	III	1)
97	395 1	7.42 1	—	—		
97	060 3	7.07 2	7.07 2	7.07 2	III	1)
95	156 2	5.17 2	—	5.21 1	III?	1)
93	953 4	3.97 2	3.91 2	3.96 2	III	1)
89	396 4	9.57 3	9.38 3	9.40 3	III	1)
86	194 1	6.[illegible] 1	—	6.23 1		

67	280	2	7.29	2	—		7.32	1	IV	
66	651	3	6.70	2	6.64	1	6.72	1	III	1)
64	655	1	4.69	1	—		—		III	
64	308	4	4.30	3	4.32	2	4.32	1	III	1)
61	—		1.79	1	—		1.4	1u		
61	258	1	1.27	1	—		—			
60	—		0.87	1	—		—			
59	—		9.92	1	—		9.92	1		
57	602	2	7.62	1	—		7.62	1		
57	352	1	7.35	1	—		7.40	1		
56	—		6.89	1	—		—			
56	125	5	6.12	8	6.13	8	6.13	8	III	1)
55	144	2	5.15	2	—		5.20	1	IV	1)
54	754	2	4.74	2	—		4.77	1	IV	1)
54	032	1u	—		—		—			
52	—		2.92	1	—		2.92	1		
52	088	4	2.11	3	2.11	3	2.12	3	IV	1)
51	—		1.14	1	—		—			
47	—		7.69	1	—		—			
47	—		7.08	1	—		—			
45	301	3	5.31	2	—		5.31	1	III	
43	114	1	3.15	1	—		—			
41	089	1	1.13	1	—		1.12	1		1)
37	339	4	7.34	6	7.40	3	7.34	3	III	1)
36	—		6.17	1	—		—			
30	702	4	0.72	4	0.72	3	0.72	3	III	1)
29	715	2	9.74	3	—		9.74	2	IV	1)
27	145	3	7.14	3	7.18	2	7.16	2	III	1)
25	—		5.95	1	—		—			
25	—		5.78	1	—		—			

84	607	1	4.62	1	—		4.72	1		
80	867	2	0.92	2	—		0.92	1	IV?	1)
80	55	3U	0.52	2	0.50	1	0.53	2	III	
69	858	3	9.34	3	9.33	3	9.33	2	III	1)
67	181	2	7.16	1	—		7.22	1	IV	1)
66	517	4	6.54	2	6.57	3	7.53	2	III	1)
66	215	3	6.22	1	—		6.22	1	III	1)
65	918	3	5.92	2	—		5.92	2	IV	1)
64	814	4	4.82	5	4.81	3	4.82	2	III	1)
63	852	4	3.87	3	3.85	3	3.87	2	III	1)
63	345	3	3.35	3	3.35	2	3.36	2	IV	1)
56	837	1	6.84	1	—		6.85	1		
56	197	3	6.20	2	—		6.22	1	IV?	1)
54	756	4	4.76	2	—		4.78	1	IV	1)
52	—		2.82	1	—		2.87	1		
52	166	6R	2.20	10	2.30	5	2.21	5	I	1)2)
51	297	5	1.31	8	—		1.32	3	I	1)3)
49	461	3	9.43	3	—		9.42	2	IV	1)
48	871	2	8.83	2	—		8.82	2	IV	
48	126	3	8.11	2	—		8.12	1	III	1)
46	804	3	6.81	2	—		6.82	1	IV	
46	495	2	—		—		—			
46	172	7R	6.17	20	6.15	10	6.17	10	I	1)4)
42	007	2	2.03	1	—		—			
39	701	2	—		—		—			
39	538	3	9.60	3	9.62	1	9.62	2	IV?	1)
37	770	3	7.77	2	7.77	1	7.77	1	III	1)
37	185	3	7.18	2	7.18	1	7.17	1	III	1)
35	—		5.45	1	—		5.44	1		
34	089	1	4.12	1	4.12	5	4.12	10		1)

1) Von Babcock [64] auf Zeemaneffekt untersucht.
2) Pickhan [92] mißt: .163.
3) Pickhan mißt: .286.
4) Pickhan mißt: .172; Burns: .172.

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Eder u. Valenta Funke [55]		Exner u. Haschek Funke [68]		Klasse	
4698	288	2	3.31	2	—		3.25	1	IV	
32	182	2u	3.21	2	—		2.19	1	IV?	1)
28	494	2	3.51	1	—		—			
26	186	6R	6.17	10	6.19	5	6.15	5	I	1)2)
25	934	3	—		—		5.92	1		
24	573	2	4.57	2	4.57	1	4.55	2		
22	760	3	2.77	2	—		2.76	1	IV	1)
22	493	4u	2.44	2	2.48	3	2.46	2	III	1)
21	958	3	1.92	3	2.02	3	1.93	2	III	1)
21	890	2	—		—		—			
19	548	4	9.52	4	9.54	3	9.53	2	III	1)
18	—		8.82	1	8.87	10	8.84	10		1)
16	—		—		6.72	4	6.67	3r		1)
16	135	6R	6.10	10	6.11	8	6.10	4	I	1)2)
14	523	2	4.52	1	—		4.59	1		
13	371	5	3.35	8	3.34	5	3.39	3	I	1)
11	970	2	1.97	2	—		1.96	1		1)
09	896	1	9.91	1	—		9.92	1		1)
06	372	1	6.39	1	—		6.38	1		1)
01	023	3	1.03	3	—		1.0	2u	III	1)
00	754	6R	0.72	5	0.76	5	0.74	2	III	1)
00	105	4	0.12	3	0.13	1	0.10	2	III	1)
4598	438	2	8.46	2	—		8.42	1		1)
95	598	4	5.61	3	5.57	4	5.57	2	IV	1)
94	404	1	4.45	1	—		4.42	1		1)
92	060	1U	2.12	1	2.05	6	2.07	4		1)
91	400	5	1.43	8	1.41	3	1.41	2	I	1)
88	640	2	—		—		—			
88	214	1	8.22	1	8.20	20	8.26	20		1)

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Eder u. Valenta Funke [55]		Exner u. Haschek Funke [68]		Klasse	
4543	75	1U	3.72	2	—		3.73	1	III	1)
42	625	3	2.59	2	2.63	2	2.62	2	III	1)
41	515	2	1.48	3	—		1.52	1	III	1)
41	069	3	1.06	3	—		1.07	2	III	1)
40	716	4	0.71	3	0.71	10	0.70	4	III	1)
40	504	4	0.47	3	0.49	3	0.50	3	II	1)
39	789	3	9.77	3	9.78	3	9.78	3	III	1)
35	723	5	5.72	8	5.73	9	5.69	6	II	1)
35	146	3	5.16	3	5.15	3	5.13	3	III	1)
30	755	4	0.74	5	0.72	1	0.73	5	II	1)
30	688	3	—		—		—			
29	852	3	9.85	2	9.88	1	9.87	2	III	1)
27	465	3	7.41	4	7.45	3	7.40	3	III?	1)3)
27	351	3	—		—		—			
26	462	5	6.49	5	6.48	5	6.48	5	II	1)
26	107	3	6.11	2	—		6.10	2	IV	1)
24	839	2	4.83	1	4.85	1	4.83	1	V	1)
21	138	3	1.15	2	1.14	3	1.14	2	IV	1)
15	442	3	5.43	2	—		5.43	1	III	1)
14	528	3U	4.53	8	4.50	5	4.43	1	III	1)
14	378	2	—		—		—			
11	906	4	1.93	4	1.93	8	1.92	4	III	1)
06	849	3	6.82	2	6.84	2	6.85	2	IV	1)
01	782	3	1.73	2	—		1.77	1	III	1)
01	104	4	1.08	3	1.12	3	1.09	2	III	1)
00	291	4	0.25	3	0.28	3	0.28	2	III	1)
4498	731	3	8.70	3	8.72	3	8.73	2	III	1)
96	859	6R	6.86	10	6.93	10	6.86	10	I	1,3)
95	280	2	5.33	1	5.29	1	5.28	1	IV	1)

86	141	3	6.13	2	—		6.13	1	IV	1)
85	084	2	5.07	2	—		5.07	1		1)
84	940	2	—		—		—			
84	093	3	4.12	2	—		4.09	1	IV	1)
81	042	2	1.09	1	—		1.04	1		1)
80	058	5	0.03	8	0.04	3	0.06	4	I	4)
78	335	2	8.32	1	—		8.30	1		1)
75	117	3	5.12	2	—		5.10	1	IV	1)
71	678	4	1.71	4	1.77	3	1.71	3	III	1)
71	103	1	1.10	2	1.11	2	1.07	1	IV	1)
69	634	3	9.62	4	9.61	4	9.56	3	III	1, 5)
69	535	2	—		—		—			
65	—		—		—		5.78	2		
65	510	5	5.52	4	5.55	5	5.50	2	I	1, 6)
64	169	3	4.18	2	4.17	3	4.17	2	V	1)
63	658	3	3.71	2	—		3.63	1	IV	1)
63	246	2	3.30	2	—		3.23	1		1)
58	661	2	8.68	2	8.62	10	8.71	20		1)
56	186	4	6.17	3	6.22	2	6.13	2	III	1)
55	090	2	5.12	2	5.06	8	5.02	10	IV	1)
54	832	2	4.83	2	—		—		IV	1)
53	952	1	3.99	2	—		3.93	1		1)
45	959	5 R	5.93	5	5.97	8	5.96	4	I	1, 7)
45	338	3	5.30	2	5.35	1	5.34	1	III	1)
44	622	4	4.61	4	4.63	8	4.62	4	II	1)

92	314	4	2.33	3	2.31	1	2.32	2	III	1)
91	855	2	1.83	3	1.73	1	1.83	2	III	1)
91	689	2	—		—		—			
89	471	4	9.45	2	9.47	3	9.47	2	IV	1)
88	054	4	8.04	2	8.06	3	8.04	2	III	1)
82	884	3	2.85	3	2.87	3	2.89	2	III	1)
80	268	2	0.28	2	0.31	1	0.32	1	IV	1)
75	358	2u	5.33	3	5.41	1	5.35	1	III	1)
73	762	2	3.79	2	3.77	1	3.76	1	III	1)
67	564	3	7.57	2	—		7.54	1		
66	163	2	6.18	1	—		6.15	1		
65	354	4	5.36	2	5.38	5	5.34	2	III	1)
64	910	3	4.92	1	—		4.99	1		
64	667	2	4.68	2	—		4.68	1		
62	779	2	2.74	2	—		2.77	1		
60	760	2u	0.73	1	—		—			
59	741	4	9.75	2	9.73	4	9.72	1		
58	535	5	8.55	3	8.53	3	8.53	3	III	1)
43	718	2	3.72	1	—		3.71	1		
42	275	2	—		—		2.28	1		
33	965	2	3.98	1	—		3.83	1		
32	174	4	2.18	2	—		2.19	2		
30	482	3	0.55	2	0.63	3	0.49	2	III	1)
29	936	2	9.92	1	—		9.98	1		
28	509	3	8.49	2	—		8.52	1		

1) Von Babcock [64] auf Zeemaneffekt untersucht.
2) Pickhan [92] mißt: .189.
3) Pickhan mißt: .130.
4) Pickhan mißt: .064.
5) Pickhan mißt: .618.
6) Pickhan mißt: .534.
7) Pickhan mißt: .973.
8) King [77] gibt zwei Linien: 4527.65(4) und 4527(6).
9) Pickhan mißt: .860.

	Hall Bogen [93]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Eder u. Valenta Funke [55]	Exner u. Haschek Funke [68]	Klasse	
4425	129 2	5.14 1	—	5.15 1		
24	284 5	4.32 3	4.28 3	4.31 2	III	1)
24	083 2	—	—	—		
23	318 3	3.38 1	—	3.37 1		
22	698 3	2.6 2 u d	—	2.68 1		
13	866 4	3.85 2	3.91 1	3.84 2	III	1)
12	258 4	2.27 2	2.26 2	2.27 1	I A	
11	094 3	1.18 3	1.08 3	1.08 2	III	1)
10	968 2	—	—	—		
10	309 3	0.32 2	0.33 1	0.29 1	III	
08	501 4	3.45 3	3.47 1	3.46 3	IV	1)
03	378 3	—	—	—		
4399	830 3	9.84 2	9.84 1	9.83 1	III	
97	248 3	7.27 2	7.26 1	7.27 1	III	1)
95	413 2	5.44 1	—	5.43 1		
93	531 2	3.57 1	—	—		
91	757 5	1.76 3	1.76 3	1.76 2	I	1)
87	498 3	7.47 3	7.47 2	7.45 2	III	1)
87	380 2	—	—	—		
84	979 6 R	4.98 8	4.98 10	4.97 5	I	1)
82	858 2	2.88 1	—	—		
81	112 4	1.13 2	—	1.13 1		
79	780 2	9.78 1	—	9.80 1		
77	548 4	7.58 2	—	7.55 1		
76	800 3	6.78 2	—	6.80 2		
75	337 4	5.32 3	—	5.35 2	III	1)
74	161 5	4.15 3	4.17 5	4.20 3	II	1)
73	650 2	3.64 1	—	3.68 1		
73	271 4	3.25 3	—	3.26 2	I	1)

	Hall Bogen [93]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Exner u. Haschek Funke [68]	Klasse	
4321	245 2	1.28 1	1.28 1	IV	
20	602 2	0.62 2	0.65 1	III	
19	651 3	9.64 2	—	III	
12	476 2	2.49 1	2.49 1		
07	488 2	7.51 1	—	IV	
05	465 3	5.45 2	5.50 1	III	
02	778 2	2.79 1	2.81 1		
01	187 4	1.19 2	1.21 2	IV	
00	514 4	0.50 2	0.53 2		
4299	728 3	9.69 2	9.79 1	III	
97	746 4	7.73 3	7.78 3	IV	
97	068 3	7.05 2	7.10 1	III	
95	762 4	5.75 3	5.79 2	III	
93	573 2	3.55 2	3.60 1	III	
91	970 3	1.98 2	1.99 2	IV	
89	726 10 R	9.74 50 R	9.73 30	II	1, 5
88	388 2	8.42 1	8.42 1		
84	903 2	4.94 1	4.87 1		
84	737 2	4.74 1	—	III	
84	20 1 U	—	4.23 2		
80	411 4	0.41 3	0.43 3	III	
74	802 10 R	4.84 50 R	4.79 30	II	1, 6
72	921 3	2.94 1	2.94 1	III	
71	062 3	—	1.07 1		
69	950 3	9.99 1	9.96 1	IV	
68	795 2	8.79 1	8.82 1	IV	
63	144 5	3.14 3	3.14 3	IV	
62	126 2	2.14 1	1.99 1	IV	
61	—	—	1.90 2		

71	280	6 R	1.31	10	1.27	10	1.29	8	I	1)
68	269	3	8.28	1	—		8.23	1		
63	138	4	3.14	3	3.13	4	3.12	2	III	1)
59	997	2	—		—		—			
59	631	6 R	9.65	8	9.63	10	9.63	6	I	1)
57	523	2	7.52	2	—		7.51	1		
56	762	3	6.78	2	—		6.77	1		
53	983	2	3.96	2	—		—			
51	770	7 R	1.81	10	1.79	8	1.80	10	I	1) 2)
51	058	5 R	1.05	5	1.04	5	1.05	4	I	1) 3)
47	502	2	7.48	1	—		—			
46	832	4	6.83	3	6.83	3	6.83	2	III	1)
45	103	2	5.11	1	—		5.13	1		
44	510	7 R	4.52	10	4.53	2	4.53	10	I	4)
43	176	3	3.17	2	3.19	1	3.18	1		
40	134	4	0.15	2	0.16	1	0.14	1	III	1)
39	718	5 R	9.74	3	9.75	5	9.74	3	I	1)
39	452	6 R	9.46	4	9.45	5	9.44	5	I	1)
38	801	2	8.79	1	—		8.8	1		
38	409	2	8.40	1	—		8.41	1		
37	565	6 R	7.58	10	7.58	10	7.59	8	I	1)
37	264	2	—				—			
32	572	2	2.59	2			2.59	1	IV	
31	—		—				—			
25	074	4	5.09	3			5.10	2	III	
23	524	3	3.54	2			3.54	1	IV	
21	621	2	1.65	1			1.66	1	IV	

61	618	3	1.64	1	1.64	1	IV	
61	366	4 u	1.35	2	1.37	1	III	
57	366	2	7.38	1	7.39	1	IV	
55	502	3	5.54	1	5.50	1	III	
54	341	10 R	4.35	50 R	4.34	50	II	1) 7)
52	245	2	2.23	1	2.2	1	III	
48	349	2	8.29	1	8.23	1	IV	
42	253	1 u	2.39	1	2.35	5		
40	706	4	4.73	2	0.69	2	III	
38	961	3	8.96	3	8.93	1	III	
37	721	1 u	7.74	2	—		IV	
34	506	2	4.54	2	4.46	1	III	
32	863	1 u	2.89	2	—		IV	
32	217	2	2.25	2	2.22	1	IV	
30	483	2 u	0.52	2	0.46	1	III	
24	—		—		4.85	2		
24	506	2	4.52	2	4.52	1	V	
22	740	2 u	2.74	2	2.74	1		
21	564	3	1.57	2	1.57	2	IV	
17	626	4	7.59	3	7.60	2	III	
16	367	3	6.36	2	6.34	1	III	
13	171	2	3.20	2	3.17	1	IV	
11	351	3 v	1.34	2	1.34	1	IV	
09	753	3	9.76	2	9.74	1	III	
09	364	4	9.35	3	9.35	3	IV	
08	352	3	8.34	2	8.34	2	IV	
06	898	2	6.94	2	6.90	2	V	

1) Von Babcock [64] auf Zeemaneffekt untersucht.
2) Burns mißt: .769; Buchholz [87a]: .771.
3) Buchholz mißt: .053.
4) Burns mißt: .518; Buchholz: .508.
5) Burns mißt: .724; Vahle: .725.
6) Buchholz mißt: .803.
7) Buchholz mißt: 343.

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Exner u. Haschek Funke [68]		Klasse
4204	464	3	4.48	2	4.47	2	IV
03	587	3	3.59	2	3.59	1	III
00	097	2	0.10	2	0.08	1	III
4198	522	4	8.52	2	8.52	2	IV
97	232	4	7.24	2	7.24	2	IV
94	948	4	4.94	2	4.95	2	III
93	662	4	3.64	2	3.68	2	IV
92	102	3	2.11	2	2.11	2	IV
91	746	2	1.78	1	1.77	1	III
91	267	4	1.29	3	1.29	2	II
90	126	3	0.15	2	0.14	2	IV
86	350	2	6.35	2	6.36?	1	IV
85	341	2	5.37	1	5.3	1 u	IV
84	895	3	4.94	2	—		III
81	—		1.72	2	—		
79	—		—		9.41	2	
79	251	4	9.26	4	9.28	3	IV
77	912	1U	7.96	2	7.9	1 u	V
75	948	2	6.00	2	5.95	1	IV
75	225	2	5.27	1	5.26	1	IV
74	947	2	—		—		III
74	801	3	4.85	4	4.88	3	
72	773	2	2.79	2	2.80	2	IV
72	048	2	—		—		
71	674	2	1.70	2	1.68	1	III
70	204	3	0.24	2	0.28	2	IV
69	888	3	9.84	3	9.88	2	IV
65	524	3	5.54	3	5.55	3	IV
63	625	4	3.63	3	3.65	4	III
61	421	3	1.39	3	1.45	3	IV
58	819	4	8.84	3	8.84	3	III
53	068	1	3.07	3	3.09	1	III
52	777	2	2.77	2	2.79	1	IV
46	696	2	6.71	1	—		IV
45	—		—		5.81	3	
42	196	2	2.24	1	—		
34	391	2	4.40	2	4.42	1	V
31	356	3	1.40	2	1.38	2	IV
29	368	1 u	9.2	2 u	—		III
28	398	2	8.41	1	8.44	1	V
27	640	3	—		7.69	1	III
27	298	2	7.31	1	7.32	1	IV
26	923	2	6.95	1	7.00	1	III
26	518	4	6.54	2	6.55	3	II
26	094	2	—		6.15	1	
23	391	3	3.39	2	3.50	2	IV
22	165	2	2.20	2	2.21	1	III

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Exner u. Haschek Funke [68]		Klasse	
4121	821	3	1.83	2	1.86	1	III	
21	265	2	1.30	2	1.30	1	V	
20	620	3	0.63	2	0.64	1	III	
11	—		0.	2 u	1.04	2		1)
10	—		0.9	2 u	—			
09	583	5	9.58	2	9.60	1	III	
08	396	2	8.41	1	8.42	1	III	
04	865	3	4.85	2	4.90	2	III	
01	163	2	1.18	2	1.19	1	IV	
4099	017	2	9.04	2	9.05	1	IV	
97	—		7.8	2 u	—		III	2)
92	178	2	2.20	2	2.25	1	IV	
90	304	1	0.35	2	9.40	1	IV	
85	020	2	5.05	1	—		IV	
81	740	2	1.75	1	1.80	1	IV	
80	225	2	—		0.30	1		
77	676	3	7.70	2	—		IV	
77	087	3	7.10	2	7.10	1	IV	
76	059	3	6.05	2	5.97	4	IV	
74	861	2	4.85	2	4.90	1	IV	
70	999	1	1.05	2	0.96	2		
67	837	2	7.83	1	7.86	1		
66	940	3	6.94	3	6.95	2	III	
65	716	3	5.78	2	5.73	2	V	
60	—		0.67	2	0.67	1	V	
58	781	4	8.79	3	8.81	3	IV	
56	791	1	6.80	2	6.81	1	V	
56	056	2	6.04	2	6.08	1	V	
51	824	2	1.84	2	1.87	1	V	
49	783	2	9.80	1	9.78	1	IV	
48	790	4	8.76	2	8.78	2	IV	
46	767	2	6.78	1	—		IV	
43	696	2	3.71	2	3.72	1	V	
42	250	2	2.25	2	—		III	
39	009	4	9.05	2	9.10	3	III	
38	—		—		8.04	2		
37	300	2	7.27	2	7.30	1	III	
33	272	3	3.29	2	3.31	1	III	
33	—		3.01	2	—			
31	130	2	1.13	1	1.17	1		
30	684	3	—		0.71	2		
27	105	4	7.08	3	7.10	2	III	
26	175	4	6.16	3	6.16	2	III	
25	012	4	5.03	3	5.02	1	III	
23	748	2	3.75	2	3.73	1	V	
22	266	4	2.25	2	2.28	2	IV	
18	216	2	8.20	2	8.22	1	III	

1) King [77] mißt im Vakuum ein Triplet: 4111.67, 4111.36, 4110.87.
2) King mißt im Vakuum ein Triplet: 4098.18, 4097.96, 4097.65.

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Exner u. Haschek Funke [68]		Klasse
4014	672	2	4.66	2	4.68	1	IV
12	477	4	2.46	3	2.52	3	IV
03	921	2	3.93	2	3.92	1	V
03	—		—		3.38	2	
01	446	4	1.46	3	1.46	2	IV
3999	680	2	9.68	2	9.70	1	V
93	972	3	3.98	2	3.99	1	III
92	851	5	2.84	3	2.87	3	III
91	677	4	1.67	3	1.69	2	IV
91	124	6R	1.15	4	1.15	4	II
89	988	4	9.99	2	0.00	3	IV
84	342	5	4.35	3	4.36	2	III
83	905	7R	3.93	4	3.94	5	II
83	233	2	3.25	2	3.27	1	
81	241	4	1.26	3	1.25	1	III
79	798	3	9.80	3	9.79	1	III
79	—		—		9.51	2	
79	322	1	9.26	2	—		
78	686	4	8.65	3	8.67	1	III
76	667	7R	6.70	8	6.68	8	II
72	693	2	2.68	2	2.72	1	III
71	262	3	1.26	3	1.27	1	III
69	750	7R	9.75	3	9.77	8	II
69	065	4	9.07	2	9.06	2	III
63	692	7R	3.70	10	3.73	8	II
60	765	1	0.76	2	0.76	1	III
58	166	2u	8.15	2	8.15	1	IV
52	898	2u	2.40	2	2.38	1	III
51	765	1	1.78	2	1.80	1	III
51	097	2u	1.11	2	1.10	1	IV
45	968	2	5.95	2	5.98	1	IV
45	498	2	5.49	2	5.50	1	IV
41	494	5R	1.52	4	1.51	3	I
38	—		8.39	2	8.4	1u	
28	641	6R	8.67	4	8.65	3	I
26	651	2	6.67	2	6.68	1	IV
21	023	5R	1.06	5	1.05	3	I
19	160	7R	9.17	8	9.21	5	II
17	603	3	7.65	2	7.63	1	III
16	978	2	7.04	2	7.03	1	III
16	288	4R	6.26	2	6.26	2	I
15	857	3u	5.88	2	5.89	1	III
14	315	2	4.33	1	4.37	1	
12	020	2U	2.00	5	—		III [1]
08	757	6R	8.76	8	8.76	3	II
07	769	2	7.76	1	7.78	1	IV
05	—		—		5.66	2	
03	163	3	3.14	2	3.18	1	I

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Exner u. Haschek Funke [68]		Klasse
3902	88	1U	2.90	3	2.94	3	II?
02	091	2	2.09	2	2.10	1	V
3897	654	2u	7.64	1	7.67	1	IV
94	040	4R	4.05	3	4.06	3	I
91	93	1U	1.91	2	1.97	1	
90	—		9.85	2	0.86	1	
86	797	5R	6.77	2	6.82	3	I
85	218	5R	5.21	4	5.24	3	I
85	085	2u	—		—		
83	660	3u	—		3.70	1	
83	289	6R	—		3.33	3	I
81	858	2	1.90	1	1.90	1	
81	246	2u	1.26	3	1.30	1	III
79	245	3u	9.24	3	9.26	1	III
75	234	1	5.2	2u	5.3	1u	IV
74	570	2U	4.55	2u	4.58	1	III
70	272	1	0.3	2u	7.3	1u	III
68	268	2	8.25	1	8.29	1	V
65	603	2	—		5.65	1	
62	545	2	2.54	1	2.57	1	IV
58	—		8.9	2u	—		III
57	641	4	7.60	3	7.65	2	III
56	285	3	6.26	1	6.32	1	III
55	582	4	5.58	2	5.60	1	III
55	293	5	5.26	2	5.30	1	III
54	232	4	4.21	3	4.25	2	III
53	189	2	3.15	2	3.21	2	III
52	214	3	2.18	2	2.22	1	I
50	041	3	—		0.05	2r	III
49	535	3	9.45	2	9.49	2	I
49	35	3U	9.30	2	9.37	2	III
48	996	3u	8.95	2	9.00	2	III
41	295	4	1.28	2	1.31	3	III
36	087	2	6.07	2	6.09	1	III
34	748	3	4.79	2	4.76	1	III
31	030	3	1.05	2	1.05	1	II A
30	027	4u	0.05	3	0.04	2	V
26	434	3u	6.43	2	6.41	2	III
25	408	3	5.36	2	5.41	1	III
23	521	3	3.53	1	3.52	1	II
21	587	2	—		1.60	1	
20	875	2	0.85	1	0.92	1	
19	578	4	9.57	1	9.60	2	III
18	480	3v	8.47	1	8.49	1	III
17	848	2	7.81	2	7.85	1	III
16	175	2	—		6.20	2	
15	439	4	5.45	2	5.45	2	III
14	624	2	4.56	3	4.64	1	IV

1) King [77] mißt: 3911.98 und 3911.82.

	Hall Bogen		Exner u. Haschek Bogen		Exner u. Haschek Funke		Klasse
	[93]		[68]		[68]		
3812	258	3	2.21	2	2.30	1	IV
07	925	3	7.91	1	7.95	1	III
06	827	3	6.82	2	6.86	1	IV
04	802	5	4.80	5	4.85	3	III
3797	711	4	7.70	2	7.75	2	III
97	127	3	7.14	2	7.17	1	III
94	608	3	4.60	1	4.64	1	III
93	875	4	3.85	2	3.90	2	III
93	289	4	3.29	2	3.31	2	III
92	136	4	2.14	2	2.16	2	III
91	378	4	1.37	2	1.40	2	III
90	451	3	0.47	2	0.49	1	IV
90	224	2	0.20	1	0.24	1	IV
89	722	2	9.72	1	9.75	1	II A
88	862	3	—		8.88	1	
87	—		7.14	2	—		
68	733	3	8.71	2	8.71	1	III
68	241	4	8.22	5	8.25	2	II
67	427	2	7.45	1	7.48	1	IV
58	047	3	8.08	2	8.05	1	III
57	661	4	7.65	3	7.68	2	III
57	170	3	7.15	2	7.19	1	III
54	565	1u	—		4.60	2	
49	001	4R	9.00	3	9.01	3	III
48	604	3	8.60	2	8.65	2	III
47	251	2	7.27	1	7.29	1	III
44	490	2	4.52	2	4.49	1	III
43	878	4R	3.88	4	3.91	3	II
43	561	4R	3.56	3	3.56	3	II
42	963	2	2.95	2	2.99	1	III
38	—		—		8.38	2	
32	029	3	2.04	3	2.04	2	I
30	802	3	0.81	3	0.80	2	I
16	518	2u	6.53	1	6.51	1	IV
15	—		—		5.48	2	
15	171	1	5.18	1	5.18	2	
12	944	2	2.95	1	2.97	6	IV
10	—		0.10	2	—		
3698	170	1u	—		8.01	3	
89	294	2	9.26	1	9.33	1	
88	450	3	8.42	2	8.45	1	
87	546	2u	7.51	2	7.50	1	III
87	260	3u	7.27	2	—		III
86	836	3u	6.80	2	6.78	2	III
85	570	2u	5.55	2	5.59	1	III
84	—		—		4.26	2	
81	686	2	1.67	1	1.71	1	IV

	Hall Bogen		Exner u. Haschek Bogen		Exner u. Haschek Funke		Klasse	
	[93]		[68]		[68]			
3679	807	3	9.82	2	9.88	1	III	
79	065	2	9.03	1	9.06	1	IV	
77	891	1U	7.83	1	7.89	4r		
77	673	1	7.64	1	7.70	2		
68	035	2	8.02	1	8.05	1		
66	646	3	6.63	2	6.68	1	IV	
65	970	2	5.99	1	6.00	1	IV	
64	—		—		4.95	2		
63	216	4u	3.21	2	3.27	1	III	
62	848	3	2.86	2	2.88	1	III	
56	265	5u	6.25	3	6.28	2	III	
53	980	5u	3.92	3	3.95	2	III	
49	859	2	9.85	1	9.88	1		
49	017	4u	8.96	3	9.04	3	III	
48	546	3u	8.51	2	8.53	1	III	
46	161	3	6.15	1	6.15	1	IV	
41	844	4u	1.84	3	1.86	3	III	
41	479	3	1.46	2	1.49	1	III	
39	798	6R	9.82	5	9.83	5	II	
36	588	5R	6.55	4	6.60	3	II	
35	278	2	—		—			
32	841	4v	2.83	3	2.85	2	III	
31	684	1	—		1.61	10d?		
19	461	3	9.42	2	9.46	1	IV	
15	646	3	5.62	2	5.65	1	II A	
13	664	2	3.65	1	3.69	1	IV	
13	181	1u	3.15	1	3.22	3		
12	605	2	2.58	1	2.64	1		
10	046	2	0.05	2	0.07	1	III	
09	482	3	9.50	2	9.50	1	III	
08	401	2	8.40	1	8.40	1		
05	880	10R	5.84	30R	5.88	20	II	1)
03	789	3u	3.74	2	3.77	10	III	
02	564	2	2.55	1	2.59	1	III	
01	654	4u	1.66	3	1.66	3	III	
3599	890	2	9.89	1	9.89	1	IV	
93	488	10R	3.49	30R	3.48	20R	II	2)
86	—		6.97	2	—		V	
85	504	1	—		5.49	3		
85	292	2	—		5.29	4		
84	366	1U	4.32	1u	4.4	2u	V	
82	618	2	2.65	1	2.64	1		
78	688	10R	8.66	30R	8.66	20R	II	3)
74	940	2u	4.85	2	—		IV	
74	805	3u		R?	4.81	3	III	
74	089	3	4.04	1	4.06	1	III	
3573	642	4	3.65	1	3.65	1	III	

1) Burns [74] mißt: .880.

2) Burns mißt: .485.

3) Burns mißt: .686.

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Exner u. Haschek Funke [68]		Klasse
3572	743	3	2.75	2	2.75	1	IV
66	—		6.13	3	6.10	2u	IV
64	708	2	4.72	1	4.73	1	
59	779	2	9.80	1	9.79	1	
58	65	1U	8.51	3	8.7	2u	IV
52	76	1U	2.9	2u	2.7	2u	
50	636	4u	0.66	3	0.63	2	V
11	824	1	1.81	1	1.85	4	
10	526	3	0.53	1	0.54	1	
3495	—		—		5.53	2	
95	872	1	5.37	1	5.38	3	
94	956	3	4.96	1	4.96	1	
88	443	2	8.41	1	8.43	1	
84	—		4.16	1	4.14	3	
82	—		—		2.60	2	
81	531	3	1.56	2	1.55	2	
81	290	3	1.31	2	1.30	2	
77	160	2	7.16	1	7.18	1	
75	127	1u	5.11	1	5.13	3	
74	375	2	4.38	1	4.39	1	
73	614	2	3.61	1	3.62	1	
72	900	2	2.87	1	2.90	1	
72	766	2	2.77	1	2.81	1	
72	—		—		2.08	3	
70	530	2	0.50	1	0.5	1	
70	401	2	0.40	1	—		
69	588	3	9.57	1	9.60	1	
67	718	3	7.69	1	7.70	1	
67	024	2v	7.00	1	7.00	1	
65	245	3	5.22	2	5.22	1	
60	430	3	0.41	1	0.43	1	
59	—		—		9.28	3	
58	086	2	8.07	1	8.10	1	
57	—		—		7.63	4	
55	607	4r	5.60	2	5.59	1	
55	276	2	5.26	1	5.3	1	
54	—		—		4.96	3	
53	748	3	3.75	2	3.73	1	
53	328	4	3.35	3	3.32	2	
47	761	3	7.75	1	7.76	1	
47	428	4	7.43	2	7.43	2	
47	015	3	7.01	1	7.01	1	
45	604	5	5.61	3	5.60	2	
43	782	2	—		3.80	1	
41	446	4	1.45	3	1.43	2	
41	113	2	1.11	1	1.10	1	
36	185	4	6.17	4	6.17	2	
35	817	2	5.81	2	5.79	1	
35	680	2	5.67	2	5.68	1	
34	110	3	4.09	1	4.09	2	

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Exner u. Haschek Funke [68]	
3433	596	5R	3.60	4	3.59	2
33	307	3	3.29	2	3.31	5
31	995	2	1.96	1	2.01	1
31	279	2	1.27	2	1.28	1
22	741	3	2.74	3	2.75	20
21	210	3	1.21	3	1.19	10
08	766	3	8.76	3	8.76	20
03	319	2	3.31	2	3.35	15
02	399	1	2.39	1	2.46	4
3399	—		—		9.55	2
95	—		—		5.63	3
94	294	1	4.31	1	4.37	4
93	838	1	3.84	1	3.88	4
93	—		3.03	1	3.06	5
91	424	1	1.41	2	1.47	5
91	369	2	—		—	
82	678	2	2.68	2	2.68	10
79	823	2	9.85	1	9.88	5r
79	370	1	9.36	1	9.40	3
79	169	3	9.18	2	—	
78	386	1	8.36	1	8.37	5
76	397	2	6.42	2	6.29	1
72	—		—		2.13	2
69	—		—		9.06	2
68	049	4	8.07	3	8.05	20
67	516	1u	7.56	2	7.45	2
63	—		—		3.73	2
62	225	2u	2.26	2	—	
61	774	1	1.75	1	1.82	4
60	295	3	0.31	2	0.36	20
58	503	3	8.54	2	8.49	10
57	—		7.41	1	7.40	4
53	028	1	3.05	2	3.13	3
51	960	3	1.96	2	1.98	1
51	592	2	1.56	2	1.63	1
49	316	2	9.27	2	9.36	2
49	074	2u	8.99	2	9.1	1
47	828	2	7.77	2	7.85	6
46	744	4R	6.71	3	6.72	1
46	012	3	5.99	3r	6.01	1
43	338	2	3.25	2d?	3.32	1
43	221	1	—		—	
42	578	3	2.56	2	2.64	10
41	—		1.41	2	—	
39	798	3	9.76	2	9.86	10
36	325	2	6.34	1	6.35	5
35	298	1	—		5.37	3d?
34	926	2	4.91	2	—	
34	690	1U	4.71	2	—	
33	556	1U	3.61	3u	—	

	Hall Bogen [93]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Exner u. Haschek Funke [68]
3332	874 2	2.89 2	2.91 1
30	—	0.61 2	—
29	050 4	9.07 2	9.02 1
28	347 1	8.36 1	8.36 3
26	582 2	6.59 2	6.61 1
24	339 1	4.36 1	4.33 4
24	055 1	4.06 1	4.08 3
18	—	8.1 2 u	—
16	495 2	6.47 2	6.51 1
14	563 1	4.48 1	4.63 3
14	—	4.16 1	4.09 2
13	727 2	3.70 1	—
13	020 1	3.01 1	3.12 2
12	179 1	2.06 1	2.23 3
11	929 1	—	1.96 3
10	—	—	0.72 4
07	749 2	7.69 2	7.81? 1
07	044 1	—	7.07 8
02	—	2.16 2	—
3298	307 2	8.26 2	8.33 1
95	425 1	5.38 1	5.47 5
91	—	—	1.76 3
85	—	—	5.92 2
83	—	—	3.05 2
70	—	—	0.21 3
69	—	—	9.81 2
69	—	—	9.16 2
66	682 2	6.59 1	—
64	—	—	4.28 3
59	972 3	9.96 2	9.96 1
58	—	—	8.76 2
57	818 3	7.81 2	7.81 1
54	—	4.91 2 u	—
51	332 3	1.84 2	1.90 1
47	273 1	7.27 2	—
45	545 3	5.49 3	5.57 1
45	485 2	—	—
40	952 1	0.98 2	—
38	—	8.74 1	8.79 6
38	085 2	8.08 2	8.11 1
37	726 3	7.69 2	7.76 1
34	—	—	4.07 6
33	282 1	3.26 2	—
29	196 1	9.18 2	9.24 1
19	616 2	9.57 2	9.67 1
19	—	—	9.16 2
18	—	8.67 2	—

	Hall Bogen [93]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Exner u. Haschek Funke [68]	
3217	40 3 u	7.35 2	7.47 8	
16	—	—	6.57 3	
11	304 2	1.25 2	1.35 1	
09	183 2	9.16 2	9.18 10	
08	589 1	8.51 1	8.60 2	
05	—	—	5.11 2	
01	—	—	1.27 2	
3198	112 2	8.06 1	8.02 1	
97	081 3	7.07 2	7.08 15	
88	015 2 u	7.98 5	8.02 1	
83	325 1	—	3.35 4	
81	427 1	1.41 1	1.47 2	
80	699 3	8.69 3	0.75 10	
79	284 2 u	9.22 2	9.40 2 u	
72	—	—	2.08 3	
69	—	—	9.22 2	
63	700 3	3.74 3	3.80 1	
59	588 1 u	9.57 4	—	
58	—	—	8.02 2	
55	152 3	5.14 3	5.12 1	
52	881 1	2.88 2	—	
52	—	2.18 1	2.18 3	
50	—	—	0.09 2	
49	—	—	9.80 2	
48	446 2	8.40 3	8.42 1	
47	224 2	7.18 2	7.17 5	
45	—	5.57 2	5.73 2	
45	—	—	5.07 2	
44	404 2 u	4.39 3	—	
41	891 1	1.83 2	—	
40	—	—	0.18 3	
38	194 1	8.18 2	8.2 1	
36	682 2	6.64 2	6.66 5	
35	—	—	5.69 3	
35	—	—	5.38 3	
34	—	—	4.32 3	
32	814 1	2.82 2	—	
32	050 4	2.06 4	2.07 20	1)
31	206 1	1.17 2	—	
28	695 2	8.60 2	8.66 5	
24	971 4	4.97 3	4.98 20	2)
22	596 1	—	2.60 3	
20	863 4	0.84 2	0.88 15	
19	699 2	9.68 2	—	
19	288 2	9.19 2	—	
18	645 3	8.65 2	8.68 10	
16	—	—	6.73 2	

1) Pickhan [92] mißt: .057.
2) Pickhan mißt: .977.

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Exner u. Haschek Funke [68]		Pickhan Bogen
3115	—		—		5.64	2	
15	—		—		5.28	2	
10	862	2	0.89	3	0.9	1	
09	340	2	9.29	2	9.36	1	
08	—		—		8.67	2	
07	565	1u	—		7.58	3	
03	—		3.41	1	3.48	2	
3096	528	2u	6.48	1	—		
96	—		6.03	1	6.13	3	
95	851	3u	5.81	2	—		
95	378	2	5.34	2	—		
93	—		—		3.49	3	
87	—		—		7.88	2	
87	537	2	7.49	1	—		
77	832	3	7.79	2	7.78	2	
77	—		—		7.22	2	
73	675	3	3.68	2	3.68	1	
67	—		—		7.16	2	
65	068	3	5.05	2	5.07	1	
61	651	2	1.68	2	1.61	1	
59	523	1	9.48	1	9.49	2	
53	882	6R	3.88	3	3.90	2	884
52	229	2	2.18	1	2.23	1	—
50	138	2	0.11	1	0.15	10	—
47	458	2	7.44	1	7.62	1	—
41	—		—		1.74	5	—
40	849	5R	0.87	4	0.91	10	855
39	784	2	9.75	2	9.78	1	—
37	051	5R	7.00	3	7.04	1	047
34	198	5R	4.15	3	4.2	1	197
32	927	1	2.87	1	2.93	2	—
31	490	2	1.43	1	—		—
31	360	4	1.34	2	1.35	1	—
30	249	5R	0.26	3	0.24	2	257
29	169	4R	9.18	3	9.15	1	170
28	127	1	—		8.11	3	—
26	647	1	—		6.69	3	—
24	682	2	4.64	1	—		—
24	355	5R	4.35	4	4.40	2	396
21	565	6R	1.56	3d	1.61	2	575
20	671	5R	0.64	2	0.69	1	—
18	827	4R	8.80	2	8.83	1	—
18	500	5R	8.45	2	8.52	1	504
17	580	6R	7.57	2	7.59	2	—
15	510	1	7.50	2	5.50	3	—
15	199	4R	5.17	2	5.21	1	203
14	920	6R	4.92	2	4.96	1	—
14	767	5R	4.78	3d	4.78	1	764
13	720	4R	3.68	3	3.72	2	724
13	040	4R	3.00	2	3.08	1	—
3005	068	4R	5.07	3	5.07	2	067
03	925	1	—		3.92	2	—
00	894	4R	0.89	3	0.92	1	—
2998	796	4R	8.79	3	8.82	1	795
96	585	4R	6.58	3	6.62	2	580
95	110	4R	5.09	3	5.14	1	113
94	737	1	—		4.77	2	—
94	077	3R	4.08	2	4.11	1	—
92	581	1	—		2.48	2	—
91	895	5R	1.89	2	1.94	1	898
89	195	2	9.16	1	9.21	10	—
88	654	5R	8.60	3	8.68	1	660
88	056	1	—		8.07	2	—
86	474	6R	6.49	3	6.49	2	467
86	142	2	6.10	2	—		—
86	002	4R	5.98	2	6.0	2d	5.992
85	856	3R	5.85	2	—		—
85	326	2	5.32	1	5.36	10	—
80	795	4R	0.80	3	0.83	1	787
79	743	2	9.73	1	9.76	10	
76	719	1	—		6.71	2	
75	489	4R	5.43	3	5.49	1	477
71	909	2	1.88	1	1.90	10	—
71	118	4R	1.10	3	1.13	1	103
67	653	4R	7.67	3	7.64	1	638
66	058	1	6.08	1	6.05	3	
61	733	1	1.73	1	1.73	4	
56	342	2	6.29	1	—		
53	715	1	—		3.69	4	
53	366	1	3.35	1	3.35	3	
49	—		—		9.44	2	
46	843	1	6.82	1	6.81	3	
41	890	1	1.89	1	1.98	3	
40	—		—		0.25	2	
39	—		—		9.46	2	
36	—		—		6.94	2	
35	141	2	5.13	1	5.14	4	
34	—		—		4.3	2u	
33	970	1	3.96	1	3.96	2	
32	707	1	—		2.71	2	
30	852	1	—		0.85	2	
29	445	1	—		9.44	2	
28	302	2	8.25	1	8.34	3	
28	148	2	8.14	1	8.16	3	
27	087	1	—		7.09	5	
26	156	1	—		6.17	2	
23	684	1	—		3.74	3	
23	481	1	—		3.49	2	
21	816	2	1.81	1	1.83	3	
21	248	1	1.36	1	1.24	3	

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Exner u. Haschek Funke [68]	
2916	166	2	6.16	1	6.08	1
15	280	1	—		5.24	2
13	718	3 R	3.73	2	3.73	1
11	689	1	—		1.71	3
11	146	3 R	1.18	2	1.17	1
10	907	4 R	0.91	2	0.90	1
10	651	1	—		0.67	2
09	058	4 R	9.05	2	9.06	1
05	496	3 R	5.50	2	5.50	1
04	685	2	4.70	1	4.73	1
03	973	1	—		3.98	2
2899	482	1	—		9.48	3
99	216	3	9.23	2	9.15	2
98	539	2	8.52	1	8.54	5
97	701	1	—		7.70	3
96	757	3	6.75	2	6.77	2
96	466	1	6.46	2	4.41	5 d
94	178	2	4.09	2	4.27	2
93	260	3 R	3.26	3	3.26	1
92	947	1	—		2.97	2
91	—		—		1.88	2
91	421	2	1.42	2	1.42	1
91	107	1 u	—		1.13	4 d
89	811	1	—		9.85	2
89	485	1	—		9.51	3
89	267	3 R	9.25	5	—	
89	205	2	—		9.19	3
88	—		—		8.74	3
87	—		—		7.77	2
87	001	3 R	6.99	3	7.00	1
81	981	1	—		1.90	4
81	148	2	1.15	2	—	
80	876	2	0.89	1	0.88	4
79	279	3 R	9.28	3	9.20	1
78	452	2	8.43	1	8.43	2
77	983	3	7.97	2	7.95	3
76	250	2	6.24	2	6.28	3
75	998	3	5.98	2	5.95	5
75	081	1	—		5.08	2
73	822	2	3.82	1	3.85	2
73	493	3	3.49	2	3.49	3
71	641	3	1.64	1	1.63	1
70	442	3	0.43	2	0.43	5
70	188	1	0.19	2 d	—	
67	655	3	7.64	3	7.64	5
67	102	2	7.09	1	7.13	2
66	748	3	6.76	3	6.74	5
65	897	1	—		5.92	2
65	838	2	5.84	1	5.85	2
65	112	3	5.10	3	5.11	4
2862	575	3	2.59	3	2.58	10
60	940	3	0.94	3	0.94	5
59	917	4	—		—	
58			8.90	3	8.91	4
58	659	2	—		8.64	2
57	—		—		7.96	2
57	405	2	7.39	1	7.39	3
56	768	2	6.74	1	6.75	3
55	682	4	5.68	3	5.64	10
55	073	1	—		5.04	2
53	208	1	—		3.24	3
51	357	2	1.36	1	1.38	3
49	842	4	9.83	4	9.83	10
48	201	1	9.29	2	—	
48	—		—		8.40	2
46	—		—		6.69	2
46	—		—		6.39	3
43	254	5 R	3.24	4	3.24	15 R
40	022	2 v	0.02	1	0.03	3
38	789	1	—		8.79	5
37	875	1	—		7.89	2
36	488	1	—		6.48	2
35	640	5 R	5.64	4	5.60	30
34	—		—		4.29	5
32	—		—		2.48	4
30	478	2	0.48	1	0.52	20
26	750	2	6.72	1	—	
26	159	1	—		6.18	2
25	—		—		5.54	2
22	375	2	2.37	2	2.42	10
22	020	1	2.04	1	2.07	5
18	361	1	8.45	1	8.37	3
16	845	1	—		6.81	3
12	006	2	2.02	1	2.01	10
11	175	1	1.19	1	1.07	2
10	—		—		0.14	2 u
08	—		—		8.08	2
00	775	1	0.76	1	0.78	10
00	—		—		0.19	2
2798	675	2	—		8.71	3 d
95	—		—		5.55	2
92	164	1	—		2.16	10
89	405	1	—		9.41	4
87	628	1	—		7.61	4
86	486	1	—		6.48	3
85	702	1	—		5.72	3
82	—		—		2.60	2
82	362	1	—		2.38	3
81	155	2	1.17	1	1.10	2
80	895	1	—		0.92	2

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Funke [68]	
2780	702	7R	0.73	8	—	
80	304	1	—		0.32	5
79	136	2	—		—	
78	059	3u	8.10	1	8.07	5
77	667	2u	7.68	1	—	
76	—		—		6.65	2
75	665	2	5.70	1	—	
74	439	1	—		4.46	4
73	309	1	—		3.32	3
71	—		—		1.93	2
71	448	2	1.46	1	—	
69	915	6R	9.91	6	9.88	1
68	593	1	—		8.58	4
66	542	4R	6.56	4	6.52	15
65	873	1	—		5.90	2
65	474	1	—		5.49	2
64	364	4u	4.39	3	4.30	2
63	—		—		3.60	2
63	076	2	3.07	1	—	
62	—		—		2.75	2
62	596	3	2.61	3	2.60	10
61	745	3u	1.75	3	1.75	1
60	—		—		0.51	2
60	—		—		0.39	2
60	—		—		0.3	2
60	054	1	—		0.05	2
59	729	1	—		9.73	3
59	397	1	9.40	1	9.40	4
58	988	1	—		8.98	4
57	728	3	7.73	3	7.71	8
57	100	4R	7.12	4	6.94	2
56	762	2	6.76	1	—	
56	—		—		6.29	3
55	—		5.28	1	5.25	2
54	286	1	—		4.29	3
53	—		—		3.90	2
53	—		—		3.65	2
52	878	4R	2.87	3	2.80	1
51	878	3	1.89	3	1.86	10
51	604	2u	1.60	1	—	
50	781	3	0.75	3	0.71	10
49	—		—		9.78	2
48	993	4	8.99	3	8.92	8
48	292	5R	8.26	3	—	
46	—		—		6.16	4
44	—		—		4.94	3
44	—		—		4.56	2
43	647	3	—		3.60	8
43	—		3.11	2	—	
42	182	2	2.15	2	—	

	Hall Bogen [93]		Exner u. Haschek Bogen [68]		Funke [68]	
2742	040	2	2.02	2	2.02	8r
41	075	2	1.07	2	1.06	2
40	101	1	0.10	1	0.07	3
39	394	3	9.37	2	9.4	2
36	478	5R	6.43	4	—	
31	914	5R	1.90	5	1.89	1
27	264	2	7.26	1	7.22	5
26	524	5R	6.49	5	6.49	1
24	058	1	—		4.02	4
23	—		—		3.59	5d
22	758	3	2.75	2	2.73	5
20	255	1	—		0.27	3
20	078	1	—		0.07	3
18	320	1	—		8.33	3
18	075	1	—		8.1	2
17	520	2	7.45	1	7.49	4
16	188	3	6.15	2	—	
12	314	3	2.30	2	2.31	6
10	—		—		0.91	5
09	320	1	—		9.31	5
08	802	1	—		8.80	5
06	541	2	—		6.55	1
03	862	2	3.75	1	3.85	2
03	573	1	—		3.54	6
03	491	2	3.47	1	—	
02	000	3	1.95	2	2.01	1
01	—		—		1.20	2
01	113	1	—		1.11	3
00	604	2	0.58	1	0.62	1
2698	850	1	—		8.84	4
98	695	3	8.67	3	8.66	4
98	417	3	8.40	3	8.42	4
97	916	2	7.90	1	7.91	5
97	523	1	—		7.50	4
96	—		—		6.76	2
96	548	2	6.55	1	—	
93	539	2	—		3.52	6
92	126	1	—		2.12	3
91	050	4	1.06	3	1.05	10
90	261	2	0.26	1	—	
88	425	2	—		8.30	12d
88	050	3	8.03	2	—	
87	098	4	7.07	3	7.08	8
83	—		—		3.45	2
81	472	2	1.41	1	—	
80	352	2	0.29	1	0.30	2d
78	802	4	8.75	3	8.78	10
78	173	2	8.14	2	—	
77	171	5R	7.14	4	7.17	20r
75	673	1	—		5.69	3

	Hall Bogen [93]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Exner u. Haschek Funke [68]
2673	663 2	3.65 1	—
72	838 3	2.83 3	2.84 6
72	—	—	2.40 2
71	989 2	2.00 1	—
71	818 3	1.80 3	1.85 8
70	—	—	0.30 2
70	—	—	0.11 3
69	378 2	9.39 2	—
68	722 4	8.71 3	8.73 6
67	—	—	7.97 2
66	026 4	6.02 3	6.09 8
63	683 2	3.68 1	3.7 3
63	430 4	3.41 3	3.49 5
61	735 2	1.74 1	1.75 3d?
61	—	—	1.39 3
58	—	—	8.95 2
58	603 3	8.60 3	8.60 4
53	594 3	3.57 3	3.59 5
52	—	—	2.1 2u
42	144 2	2.13 1	—
42	086 2	—	—
38	899 2	8.88 1	—
31	—	—	1.00 3
29	829 2	9.82 1	—
28	—	—	8.00 2
26	607 2	6.58 1	6.79 2
25	330 2	5.84 1	—
23	—	—	3.39 2
22	876 3	2.87 2	—
20	486 2	0.47 1	0.54 2
19	986 2	0.00 1	—
19	—	—	9.64 2
19	505 2	9.49 1	—
18	280 2	8.28 1	—
16	—	—	6.21 2
14	—	—	4.63 2
10	—	—	0.84 2u
07	910 1	—	7.91 2
06	—	—	6.55 2
03	585 2	3.57 1	—
00	637 2	—	—
2596	—	—	6.11 2
95	—	—	5.58 2
91	861 4R	1.87 3	1.86 1
90	725 1	—	0 78 3
89	—	—	9.71 2
88	217 3	8.21 1	8.2 1
87		—	7.41 2
84		—	4.11 2
78		8.27 1	8.31 2

	Exner u. Haschek Bogen [68]	Exner u. Haschek Funke [68]
2577	66 2	—
73	—	3.57 2
71	76 2	1.80 2
68	58 1	8.61 2
63	—	3.61 2
63	—	3.36 2
62	—	3.5 2
60	71 2	0.72 1
59	—	9.83 2
57	15 2	7.06 1
55	—	5.56 2
53	06 2	—
51	—	1.61 3
49	51 2	—
48	—	8.58 3
48	—	8.06 2
45	64 2	—
43	—	3.14 2
41	37 2	—
38	—	8.83 5
34	32 1	4.33 2
31	—	1.01 2
30	—	0.21 2
29	—	9.97 4
27	11 2	7.11 1
23	—	3.66 2
23	—	3.31 4
20	—	0.66 2
19	52 2	9.56 1
18	71 2	—
18	—	8.32 3
16	90 2	—
16	—	6.68 2
15	—	5.11 3
13	62 1	3.73 3
04	31 2	4.34 1
02	55 2	—
2498	—	8.85 2
96	31 2	6.4 1u
93	—	3.80 2
92	—	2.90 2
92	58 2	2.66 2
91	34 2	—
90	—	0.8 2u
89	—	9.32 2
86	—	6.33 2
83	—	3.31 3
83	—	3.09 3
79	—	9.81 2
78	—	8.61 2

	Exner u. Haschek Bogen [68]		Exner u. Haschek Funke [68]		Piña Bogen [84]	
2472	—		2.88	2		
69	—		9.14	2		
66	—		6.6	2u		
54	—		4.47	2		
49	—		9.95	2		
49	—		9.62	2		
38	—		8.47	2		
33	—		3.23	2		
16	—		6.40	2		
08	66	2	8.68	1		
2397	—		7.77	2		
94	—		4.02	2		
89	—		9.78	2		
83	29	2	—			
81	—		1.51	2		
66	85	2	6.81	2		
65	16	1	5.21	2		
64	74	2	—			
45			5.83	3		
33			3.48	2		
24			4.91	4		
20			0.12	2		
19			9.41	2		
19			9.07	2		
14			4.74	2		
14			4.65	2		
07			7.20	2		
00			0.51	2		
2297			7.20	2	7.14	3
95			5.57	2	—	
90			0.69	2	—	
89			—		9.66	2
86			—		6.41	2
85			—		5.90	2
84			4.51	2	4.70	3
81			—		1.73	2
76			6.49	2	6.31	2
75			5.53	2	5.38	3
73			3.48	2	3.66	2
68			—		17	2
67			—		68	2
66			—		66	2
61			76	1	65	2
59			—		12	2
58			08	2	—	
57			83	1	97	3
57			63	1	73	2
56			08	2	02	2
49			88	1	95	2
49			—		79	2

	Exner u. Haschek Funke [68]		Piña Bogen [84]	
2248	62	1	60	2
48	34	1	32	2
47	74	1	92	1
44	90	1	88	1
44	14	2	—	
43	67	1	63	2
43	32	1	28	1
41	88	1	92	2
37	58	2	—	
35	90	2	—	
28	—		27	2
26	71	2	36	2
13	72	1	67	1
11	83	1	82 Si?	2
09	—		28	1
04	—		99	2
2191	64	1	88 Fe?	2
86	—		47	2
78	—		05	2
71	13	1	22	1
71	—		12	2
70	71	1	76	1
66	—		79	3
62	—		58	6u
57	—		84	6u
54	—		54	4
50	75	1	68	3
35	43	1	39	3
34	—		98	
34	59	1	59	5
34	—		26	
33	50	1	50	3
33	—		00	2
32	69	1	67	2
30			24	2
29			91	2
24			13 Si?	5
2095			74	
95			39	2 Band
95			05	
65			58	5u
61			69	5u
55			62	5u
49			83	1
42			97	1
39			88	1
39			33	3
36			46	1
34			27	2
31			21	1

Piña Bogen [84]		
2029	31	1
28	17	1
28	00	1
26	25	1
25	55	2
2025	31	2
05	78	0
04	92	0.
00	56	0
1999	92	0
97	26	0
96	71	0
94	00	0

Röntgengebiet.
(X-Einheiten.)

	Siegbahn	Stensson	Dolejsek	Siegbahn	Siegbahn u. Stenström	Moseley	
	[97]	[90]	[96]	[86]	79	[73]	
K							
α_2	2289.58	2288.28 1)			2288	2295	K — L_2
α_1	2285.47			2285.17	2284		K — L_1
$\alpha_{3,4}$	2273.3	2265	2278.3				
β_1				2081.44	2079	2088	K — M_3
β_2					2069		

King [77] hat das Bogenspektrum im elektrischen Ofen bei verschiedenen Temperaturen erzeugt, und teilt die Linien je nach ihrem Erscheinen in verschiedene Klassen. Klasse I umfaßt die Linien, welche bei niedriger Temperatur (etwa 2000°) erscheinen, mit steigender Temperatur langsam wachsen, während die Linien von Klasse II viel schneller an Intensität zunehmen. Die Linien der Klasse III erscheinen erst bei mittlerer Temperatur (2300°), die von IV bei der höchsten (2600°). Die Linien V fehlen im Ofen, oder sind viel schwächer, als im gewöhnlichen Bogen. Der Buchstabe A nach der Klasse bedeutet, daß die Linien umgekehrt im Bogen viel schwächer sind, als im Ofen. — Schon bei 1700 bis 1800° gibt der Ofen ein ziemlich reiches Spektrum, dessen Tabelle sich bei King findet.

Ein Blick auf die Tabellen zeigt, das Cr besonders reich an Linien ist, die im Funken wesentlich stärker sind, als im Bogen, also an enhanced lines nach Lockyers Bezeichnung. Baxandall [61] gibt eine Liste von 30 solchen Linien zwischen λ 3900 und λ 4850. Ich führe sie nicht an; man könnte die Liste leicht vervielfachen.

Gramont [57] sucht auf, welche Linien im flash-Spektrum vorhanden sind, findet für Chrom 5208 und 4254. Sonst gibt er [70] als Restlinien 3605 und 3593. — Ähnlich untersucht Pollok [72] die Empfindlichkeit der Reaktion von Entladungen durch Spektralröhren, die geringe Mengen Salze enthalten.

Der Zeemaneffekt ist mehrfach untersucht. Schon im Band V waren drei solche Messungen angeführt; dabei wichen die Zahlen von Purvis [38] sehr wesentlich ab von denen von Miller [42] und Hartmann [46], und auch von den neuen von Babcock [64]. Daher mißt Purvis [66] abermals, findet aber die alten Werte für die Aufspaltung. Man muß wohl annehmen, daß seine

1) Stensson mißt für die Differenz $K\alpha_2 - K\alpha_1$ 4.114; dies ergibt mit Hilfe des Siegbahnschen Wertes 2285.17 für α_2 den Wert 2289.28.

Messung des Feldes falsch gewesen ist. — Dufour [56, 59, 63] untersucht Linien zwischen λ 5204 und λ 5409; er findet mehrere Linien mit dissymmetrischer Zerlegung. Erwähnt sei noch, daß von dem Triplet 5204, 5206, 5208 die erste Linie in 9, die zweite in 6, die dritte in 15 Komponenten zerspalten wird. Babcock [64] untersucht eine sehr große Zahl von Linien zwischen λ 4801 und λ 3744. Die untersuchten Linien sind in der Tabelle bezeichnet, das Detail muß in der Arbeit eingesehen werden. Ähnliche Messungen macht Lüttig [71] am Funkenspektrum. Die von ihm untersuchten Linien sind zum Teil nach den Messungen Hartmanns angegeben. Detail für 40 Linien zwischen 5409 und 4344 sehe man im Original. Richter [76] macht ebenfalls Untersuchungen an einzelnen Linien.

Wali-Mohammad [69] hat sich mit der Feinstruktur der Linien beschäftigt; er bestätigt die Angabe von Janicki [52], daß alle einfach sind, wenn auch in einzelnen Fällen durch Selbstumkehr eine Spaltung vorgetäuscht wird.

Der Einfluß des elektrischen Feldes ist von Anderson [83] untersucht worden. In dem Gebiet zwischen λ 5410 und λ 3670 findet er 74 Linien, die Einfluß zeigen, und zwar in sehr verschiedener Weise. Einzelheiten können hier natürlich nicht angegeben werden.

Eine interessante Art, ein Dampfprisma herzustellen, um an ihm die anomale Dispersion zu studieren, erfindet King [82]. In einem durch den Strom erhitzten Kohlerohr legt er auf den Boden die zu verdampfenden Metallstücke, die nun eine Dampfmasse erzeugen, welche nach oben an Dichte abnimmt. Der Lichtstrahl einer Bogenlampe wird hindurchgesandt und so ein Absorptionsspektrum erzeugt, dessen Linien nun anomale Dispersion zeigen. Alle Linien, welche absorbieren, bringen auch anomale Dispersion hervor, und zwar ist sie desto stärker, je stärker die Absorption ist. Eine lange Liste enthält die Linien aus dem Gebiet λ 5410 bis λ 3578, welche anomale Dispersion zeigen; es sind ausschließlich Linien aus den Klassen I und II, also solche, welche bei der erzeugten Temperatur kräftig emittiert und absorbiert werden, welche daher auch besonders oft Selbstumkehr zeigen.

In [81] zeigt dann King weiter auf ähnliche Weise, daß trotz starker anomaler Dispersion kein Einfluß auf die Wellenlänge benachbarter Linien in Gemischen von Cr, Ca, Si nachzuweisen ist.

Smith [75] beobachtet Büschelentladungen in Salzlösungen.

Im Bereiche der Röntgenstrahlen hat wieder Moseley [78] die ersten brauchbaren Messungen der K-Serie gemacht, die dann allmählich von Siegbahn und Stenström [79, 80], Stensson [90], Siegbahn [86], Hjalmar [95] und Dolejšek [96] ergänzt und verbessert wurden.

In dem Anhang zur Wellenlängen-Tabelle sind die gemessenen Werte zusammengestellt, in den ersten Spalten die neueren Werte, die zur Zeit zu benutzen sind, dazu auch die älteren Messungen von Moseley, Siegbahn und Stenström des Vergleichs wegen; vor der Tabelle sind die Bezeichnungen der Linien

in der Art Siegbahns, in der letzten Spalte in der Systematik Wentzels [98] angeführt.

Auch die K-Absorptionsgrenze ist mehrfach gemessen worden, von Duane und Kang [87], Fricke [88], sowie Duane und Fricke [94]. Die Kante liegt bei 2061 nach [87], bei 2062.3 nach [94]. Der letzte Wert ist nach der Ionisationsmethode bestimmt. Es tritt hier nur eine scharfe Grenze ohne Feinstruktur auf, während, wie in [88] gezeigt wird, bei photographischer Untersuchung Andeutungen einer komplizierten Struktur der K-Kante auftreten.

Daß Chrom auch ein Bandenspektrum erzeugt, ist im Band V ausführlich besprochen, ebenso, daß es noch sehr unvollkommen bekannt ist. Die einzigen genaueren Messungen stammen von Stüting [47], der im Bogen 5 Bandengruppen mit je 4 Kanten findet. Die Einzelbanden und die Bandengruppen sind nach Rot abschattiert. Von neueren Angaben sind folgende zu nennen: Exner und Haschek [68] geben die Lage der Hauptkante von 4 Gruppen, in guter Übereinstimmung mit Stüting. Eder und Valenta [67] besprechen im Text zu ihrem Atlas das Flammenspektrum verschiedener Chromsalze. In diesem treten Banden auf, und es werden 5 Kanten angegeben, von welchen vier mit Stüting übereinstimmen, eine neu ist und eine fehlt. Man findet dort auch eine lange Liste von Chromlinien, die sichtbar sind. Eder und Valenta sagen, es seien dieselben Banden, die auch im Bogen sichtbar seien. Bei der Besprechung des Bogens in demselben Werke geben sie dann auch eine Liste, die aber zum Teil abweicht. Die Zahlen sind:

Stüting Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Eder u. Valenta Flamme
		6830	
6785.8			
79.8			
75.7			
72.1		6778	
			6663
		6452	
6407.0			
01.8			
6397.7			
94.8	6394.5	6394.5	6395
		6280	
		6167	
6064.6	6062.9	6065	
58.8			
54.8			
51.6	6051 8	6051.9	6052
5794.5	5794.5	5795	5795
5564.8		5565	5565

Eder und Valenta meinen, daß es sich um ein Oxydspektrum handle. Dieselbe Meinung spricht auch King [82] aus, da in seinem Vakuumofen die

Banden völlig fehlen. — In dem Ederschen Atlas sieht man auf Tafel II Nr. 11 die vier Banden, welche Exner und Haschek anführen, sehr schön, ebenso auf Tafel 21 Nr. 2, wo auch die Kante 6830 sehr stark hervortritt.

Bei der Literatur sind noch einige Arbeiten angeführt, die sich eingehender mit den Absorptionsspektren der Chromsalze beschäftigen. Doch soll hier nicht darauf eingegangen werden; auch ist keine vollständige Literaturangabe für diese Fragen angestrebt.

Ebenso soll nur durch [91] auf die Messungen der Absorption und Reflexion an kathodisch zerstäubten dünnen Chromschichten hingewiesen werden.

Nachtrag bei der Korrektur: In einer neuen Abhandlung bespricht M. A. Catalan, Phil. Trans. A. 223 p. 127—173 (1922) die Auffindung einer dreimal auftretenden komplizierten Gruppe von Linien, wie er solche auch im Mn gefunden und als Multiplet bezeichnet hat. Die vollständigste dieser drei Gruppen ist — mit Angabe der Schwingungszahlen und Schwingungsdifferenzen — nach der Messung von Exner und Haschek folgende:

		Diff.		Diff.		Diff.		Diff.	
λ					4373.25		4351.05		4339.74
ν					22859.9	116.6	22976.5	59.9	23036.4
Diff.					71.3		71.4		
λ			4391.76		4359.65		4337.58		
ν			22763.4	167.8	22931.2	116.7	23047.9		
Diff.			106.7		106.7				
λ	4412.27		4371.31		4339.46				
ν	22657.7	212.4	22870.1	167.8	23037.9				
Diff.	141.0		141.0						
λ	4384.98		4344.52						
ν	22798.7	212.4	23011.1						
Diff.	173.5								
λ	4351.85								
ν	22972.5								

Die beiden anderen Gruppen mit den gleichen Schwingungsdifferenzen sind durch die Wellenlängen gebildet: 5247.55, 5264.18. 5265.73, 5296.69, 5298.29, 5300.71, 5345.80, 5348.31, 5409.81 und 3883.33, 3885.21, 3886.77, 3894.05 3902.90, 3903.14, 3908.76, 3916,26, 3919.17. 3921.06, 3928.67, 3941.52.

Caesium (Cs = 132.9, N = 55).

Literatur.

[68] A. S. King, The production of spectra by an electrical resistance furnace in hydrogen atmosphere. Astrophys. J. 27 p. 353—362 (1908).

[69] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. Wien. Ber. 119, IIa p. 519—613 (1910).

[70] F. Paschen, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 717 bis 738 (1910).

[71] H. M. Randall, Zur Kenntnis ultraroter Linienspectra. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 739 bis 746 (1910).

[72] R. T. Birge, Formulae for the spectral series for the alkali metals and helium. Astrophys. J. 32 p. 112—124 (1910).

[73] P. V. Bevan, The absorption spectra of vapours of the alkali metals. Proc. Roy. Soc. A. 83 p. 421—428 (1910).

[74] E. Goldstein, Über die Darstellung der Grundspektren von Kalium, Rubidium und Caesium. Physik. Zs. 11 p. 560—568 (1910).

[75] G. Gehlhoff, Über die Glimmentladung in Rubidium- und Caesiumdampf. Verhandl. D. Physik. Ges. 12 p. 963—969 (1910).

[76] G. Gehlhoff, Über die Emission der Serien- und Grundspektren bei der Glimmentladung der Alkalimetalldämpfe. Verhandl. D. Physik. Ges. 12 p. 970—974 (1910).

[77] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. I. The alcalies, H and He. Phil. Trans. A. 210 p. 57—111 (1910).

[78] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911 bei A. Hoelder.

[79] E. E. Mogendorff, Summational and differential vibrations in line spectra. Versl. Akad. van Wetensch. Amsterd. 1911, p. 470—481.

[80] H. M. Randall, Some infra-red spectra. Astrophys. J. 34 p. 1—20 (1911).

[81] P. V. Bevan, The absorption spectra of lithium and caesium. Proc. Roy. Soc. A. 85 p. 54—58 (1911).

[82] G. Gehlhoff, Über die Glimmentladung und Emission der Alkalimetalldämpfe. Verhandl. D. Physik. Ges. 13 p. 183—192 (1911).

[83] G. Gehlhoff, Über eine einfache Methode zur Erzeugung von Metallspektren in der Glimmentladung. Verhandl. D. Physik. Ges. 13 p. 266—270 (1911).

[84] L. Dunoyer, Rercherches sur la fluorescence des vapeurs des métaux alcalins. C. R. 153 p. 333—336 (1911).

[85] B. Dunz, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien. Dissert. Tübingen 1911; Tüb. bei Laupp. 69 pp. Buch. Leipzig, Hirzel.

[86] E. Goldstein, Über Erzeugung von Kanalstrahlen in Kalium, Rubidium und Caesium. Verhandl. D. Physik. Ges. 13 p. 961—966 (1911).

[87] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck Leipzig und Wien bei Deuticke 1911 und 1912.

[88] J. Stark und G. Wendt, Serienmission an festen Metallverbindungen durch Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 38 p. 669—689 (1912).

[89] J. Stark und G. Wendt, Bandenmission fester Metallverbindungen durch Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 38 p. 690—695 (1912).

[90] P. V. Bevan, Spectroscopic observations: Lithium and caesium. Proc. Roy. Soc. A. 86 p. 320—329 (1912).

[91] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines ... Proc. Roy. Soc. A. 87 p. 38—48 (1912).

[92] R. Hase, Optische und photographische Untersuchungen homologer Bunsenflammenlinien. Diss. Erlangen 1912.

[93] L. Dunoyer, Sur la fluorescence des vapeurs des métaux alcalins. Le Radium 9 p. 209—218 (1912).

[94] L. Dunoyer, Examen spectroscopique de la fluorescence et de l'absorption de la vapeur du rubidium et du mélange des vapeur de rubidium et de cesium. Le Radium 9 p. 218—221 (1912).

[95] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. II. The p- and s-sequencies and the atomic volume term. Phil. Trans. A. 212, p. 33—73 (1912).

[96] H. Starke und J. Herweg, Magnetische Drehung und inverser Zeemaneffekt im Quecksilberdampf. Physik. Zs. 14 p. 1—5 (1913).

[97] J. Scharbach, Über die Goldstein'sche Methode zur Darstellung der „Grundspektra“ ... Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 145—206 (1913).

[98] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. III. Proc. Roy. Soc. A. 89 p. 125—127 (1913). Phil. Trans. A. 213 p. 323—420 (1913).

[99] Chr. Füchtbauer und W. Hofmann, Über Maximalintensität, Dämpfung und wahre Intensitätsverteilung von Absorptionslinien des Caesiums. Physik. Zs. 14 p. 1168—1172 (1913). Verh. d. physik. Ges. 15 p. 982—991 (1913); Ann. d. Phys. (4) 43 p. 96—134 (1914).

[100] H. Theissen, Über den kontinuierlichen Grund in den Bunsenflammen-Spektren der Alkalimetalle. Zs. f. wiss. Photogr. 14 p. 125—136, 148—170 (1914).

[101] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogenspektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien. Ber. 123 IIa p. 2289—2311 (1914).

[102] H. Konen, Sur les halos de lignes de séries des métaux alcalins. Arch. de Gen. (4) 37 p. 263—264 (1914).

[103] W. M. Watts, On the principal series in the spectra of the alcali metals. Phil. Mag. (6) 29 p. 775—783 (1915).

[104] J. Kramstyk, Über die räumliche Verteilung der Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. Ann. d. Phys. (4) 48 p. 375—409 (1915).

[105] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 713—728 (1916).

[106] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X ... C. R. 163 p. 87—92 (1916).

[107] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioakt. 13 p. 296—341 (1916).

[107a] G. Gouy, Sur le spectre continu, dépendant de la raie D. Arch. de Gen. (4) 42 p. 320—321 (1916).

[108] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 (1916).

[109] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some of the chemical elements for high-frequency X-rays. Physic. Rev. (2) 10 p. 697—704 (1917).

[110] A. M. Johanson, Eine neue Formel für Berechnung von Serien in Linienspektren. Ark. Mat. Astron. Fysik. Svenska 12, No. 6, 1917.

[111] *A. G. G. Leonard and P. Whelan, Quantitative spectra of Lithium, Rubidium, Caesium and Gold. Proc. Dublin Soc. 15 p. 274—278 (1918).

[112] W. F. Meggers, Wave-length measurements in spectra from 5600 to 9600 A. Sc. Pap. Bur. of Stand. No. 312 (1918).

[113] P. D. Foote, O. Rognley and F. L. Mohler, Ionization and resonance potentials ... Physic. Rev. (2) 13 p. 59—70 (1919).

[114] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. (2) 14 p. 516—521 (1919).

[115] M. Siegbahn und E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen. Physik. Zs. 20 p. 254—256 (1919).

[116] P. D. Foote and W. F. Meggers, Atomic theory and low voltage arcs in caesium vapour. Phil. Mag. (6) 40 p. 80—97 (1920); Sc. Pap. Bur. of Stand. No. 386, p. 309 bis 326 (1920); Phys. Rev. (2) 15 p. 289—292 (1920).

[117] A. Sommerfeld, Allgemeine spektroskopische Gesetze, insbesondere ein magnetooptischer Zerlegungssatz. Ann. d. Phys. (4) 63 p. 221—263 (1920).

[118] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektra. Zs. für Phys. 3 p. 262—284 (1920).

[119] Meg Nad Saha, Elements in the sun. Phil. Mag. (6) 40 p. 809—824 (1920).

[120] Meg Nad Saha. Ionization in the solar chromosphere. Phil. Mag. (6) 40 p. 472 bis 488 (1920).

[121] G. Hertz, Über die Absorptionsgrenzen in der L-Serie. Zs. f. Physik. 3 p. 19 bis 25 (1920).

[122] A. S. King, Recent abservations of absorption spectra. Phys. Rev. (2) 18 p. 335—336 (1921).

[123] C Ramsauer und F. Wolf, Leuchtdauer der Spektrallinien im erlöschenden Bogen. Ann. d. Phys. (4) 66 p. 373—395 (1921).

[124] Annual Report of the director of the Mount Wilson observatory, Year book No. 20 of the Carnegie Institution of Washington, 1921.

[125] F. Frommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. Diss. Tübingen 1921 (Manuskript).

[126] K. W. Meissner, Die Bergmannserie von Caesium. Ann. d. Phys. (4) 65 p. 378 bis 392 (1921).

[127] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenstrahlen. Zs. für Phys. 7 p. 341 bis 350 (1921).

[128] L. Dunoyer, Un nouveau spectre du cesium. C. R. 173 p. 350—352 (1921).

[129] Hans Bartels, Beiträge zur quantitativen Kenntnis des Caesiumspektrums. Ann. d. Phys. (4) 65 p. 143—166 (1921).

[130] Chr. Füchtbauer und G. Joos, Über Intensität und Verbreiterung von Spektrallinien. Physik. Zs. 23 p. 73—80 (1922).

[131] H. Greinacher, Über das Leuchten der Flammenionen im Luftfunken. Phys. Zs. 23 p. 65—69 (1922).

[132] A. Hörnle, Über Zentren und räumliche Verteilung der Lichtemission der Metalle, besonders im elektrischen Bogen. Jahrb. Radioact. 18 p. 297—326 (1922).

[133] W. M. Hicks, A treatise on the analysis of spectra. Cambridge 1922.

[134] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioakt. 18 p. 240—293 (1922).

[135] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. Naturwiss. 10 p. 369—381 (1922).

[136] A. Fowler, Report on series in line spectra. London 1922.

[137] H. N. Russel, The theory of ionisation and the sun spot spectrum. Astrophys. J. 55 p. 119—144 (1922). Mt.Wilson Contrib. 225.

[138] A. S. King, Ionization and absorption effects in the electric furnace. Proc. Nat. Acad. 8 p. 123—125 (1922).

[139] A. S. King, Electric furnace experiments involving ionization phenomena Astrophys. J. 55 p. 380—390 (1922). Mt.Wilson Contrib. 233.

[140] A. Sommer, Funkenspektrum des Caesiums, Manuskript. Bonn 1922.

[141] Paschen-Götze, Seriengesetze. Berlin bei Springer 1922. (Zusatz bei Korrektur).

Es sei daran erinnert (vgl. Bd. V p. 377 f), daß neben den aus Linien bestehenden Bogen- und Funkenspektren des Caesiums ein sogenanntes kontinuierliches Spektrum bekannt ist, für das Beziehungen zu den Linien der Nebenserien vermutet werden. Es sind Andeutungen eines Bandenspektrums angegeben, von dem jedoch bisher nichts Näheres bekannt ist. Während schon

die Vergleiche der früheren Messungen von Lockyer, Exner u. Haschek und Goldstein im Funkenspektrum und in der Entladungsröhre gezeigt hatten, daß zwischen dem Funkenspektrum und dem Bogenspektrum sehr wesentliche Unterschiede bestehen, haben neuere Versuche ergeben, daß sich unter geeigneten Bedingungen die beiden Spektren fast vollständig trennen lassen. Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß es sich hier um die gleiche Erscheinung handelt, wie bei anderen Alkalien und anderen Elementen, bei denen Spektra positiv geladener Atome nachgewiesen sind und bei denen die Funkenspektra dem Verschiebungssatze folgen. Dieser Schluß ist freilich erst nach verschiedenen Umwegen gezogen worden. Zunächst glaubte Goldstein [74] bei Entladungen durch Salze in Vakuumröhren wie auch bei oszillierenden Entladungen durch Metalldämpfe ein völlig neues Spektrum zu finden, das er „Grundspektrum" nannte. In [74] beschreibt Goldstein ausführlich die Herstellung solcher Röhren und die Emissionsverteilung in denselben unter wechselnden Entladungsbedingungen. Auch sind einige Wellenlängen von dabei auftretenden Linien angegeben. Indes zeigten Scharbach [97] und später Nelthorpe[1]), daß es sich nicht um ein völlig neues Spektrum, sondern um ein je nach den Umständen wechselndes Gemisch des Funken- und des Bogenspektrums handelt, zu dem Spektra der Halogene und der Luft hinzutreten, wenn man Salze im Vakuum benutzt. Einen wesentlichen Fortschritt bedeuten die Versuche von Gehlhoff [75, 76]. Dieser untersucht die Glimmentladung in den Dämpfen reiner Alkalien, insbesondere auch die Färbung und Emissionsverteilung der Schichten. Bei Caesium sieht er in der pos. Säule die Haupt- und Nebenserien, in dem Anodenlicht hauptsächlich die Nebenserien, im neg. Glimmlicht Nebenserien und Funkenspektren, bei dichterem Dampf über 195° auch ein kontinuierliches Band zwischen λ 650 und λ 700. Eine schöne Methode wird von Gehlhoff in [83] beschrieben. Man bringt reines Metall in eine mit Helium von einigen mm Druck gefüllte Röhre. Auch andere Edelgase sind brauchbar. Bei erhöhter Temperatur erhält man neben dem Spektrum des Edelgases Gemische aus dem Bogen- und Funkenspektrum des Caesiums; bei Benutzung von Induktor, Kapazität und Funkenstrecke ein fast von Bogenlinien freies Funkenspektrum[2]). Ähnliche Röhren haben später Meissner [126] und Sommer [140] mit Erfolg benutzen können. Der erstere findet so scharfe Linien, daß daß es ihm möglich ist, die Bergmannserie interferometrisch zu messen. Sommer [140] mißt das Funken- (Cs + ?) Spektrum. Eine etwas andere Methode benutzt Dunoyer [28], der in einem Quarzgefäß Caesium verdampft und durch eine wechselstromdurchflossene Kupferspirale zum Leuchten erregt. In den beiden letzten Fällen entstehen fast reine Funkenspektra. Jedenfalls sind die Bogenlinien äußerst schwach. Da es ferner möglich ist, die Serienlinien wenigstens zum großen Teil in Absorption ohne alle Funkenlinien zu erhalten,

1) E. H. Nelthorpe, Observation of the Grundspectra of alkali and alkaline earth metals. Astrophys. J. 41 p. 16—27 (1915). Kein Caesium.

2) Auch Fredenhagen [58] hatte dies schon bemerkt.

so empfiehlt sich eine getrennte Behandlung der beiden Spektra. In einer ersten Tabelle sind die neueren Messungen des Bogenspektrums zusammengestellt, unter Hinzunahme einiger älterer Messungen von Saunders [43] die auf I. A. umgerechnet und übernommen sind, weil Saunders seinerzeit zahlreiche neue Serienlinien gefunden hat. Ferner sind einige Flammenlinien von Ramage [37] übernommen, soweit sie den Serien angehören. Neben den Bogen- und Flammenspektren sind wegen der Anologie mit den anderen Tabellen die Hauptlinien des Funkenspektrums nach Exner und Haschek [87] angeführt, ebenfalls umgerechnet. Die Erweiterung unserer Kenntnis des Caesiumspektrums geht nach beiden Enden des Spektrums, besonders aber nach dem langwelligen Bezirk, in dem die meisten Serien verlaufen. Hier ist der Fortschritt vor allem den meisterhaften Untersuchungen von Paschen [70] und seiner Schüler Randall [71] und Meissner [105, 126] zu verdanken. Die Messungen Paschens im Ultrarot beginnen bereits bei 7.5 μ. Sie sind, obwohl auf das Rowlandsche System bezogen, unkorrigiert in der Tabelle angeführt, weil die Umrechnung bei langen Wellen unsicher und außerdem die Genauigkeit bei Anwendung von Thermosäule oder Bolometer doch nicht so groß ist. Die Messungen von Meissner [105] sind zunächst mit Luft- oder Vakuumbogen und Gitter gemacht, auf I. A. bezogen, und liefern besonders Linien der Bergmannserie. Später hat dann Meissner [126] interferometrisch bei Glimmentladung in Cs-Dampf gemessen und direkt auf die Cd-Normale bezogen. Auch diese Messungen betreffen hauptsächlich Linien der Bergmannserie. Weitere Messungen im langwelligen Teil liegen vor von Meggers [112], Eder und Valenta [78], von Eder allein [101] und von Exner und Haschek [87]. In ihrem Atlas geben Eder u. Valenta [78] auch schöne Aufnahmen des Flammen-, Bogen- und Funkenspektrums. Nach der Seite der kürzeren Wellen fehlen neuere Messungen, mit Ausnahme für die Linien der Hauptserie. Hier hatten Kayser und Runge [21] im Bogen nur die vier ersten Glieder, Ramage [37] in der Flamme fünf weitere gefunden. Im Bogen scheinen sich Emission und Absorption das Gleichgewicht zu halten, so daß man die Linien nur spurenweise als umgekehrte Linien, etwas heller als der starke kontinuierliche Grund, sieht. Wie bei den anderen Alkalien führt hier die Untersuchung des Absorptionsspektrums zum Ziel. Bevan [81] erhitzt in einem Stahlrohr CsCl zusammen mit Na und K. Es entsteht ein Dissoziationsgleichgewicht; Cs-Metalldampf wird frei, und das Absorptionsspektrum tritt auf, von dem weiterhin noch in anderem Zusammenhange die Rede sein soll. Bevan [81] gelangt zunächst bis zum einundzwanzigsten Glied der Hauptserie, in einer späteren Untersuchung [90] sogar bis zum vierundzwanzigsten. Neben den Hauptserienlinien, die zugleich anomale Dispersion aufweisen, finden sich keine anderen Linien (dies dürfte wohl nicht zutreffen), dagegen eine Bandenabsorption in der Gegend λ 3300, die Bevan weder in reinem Cs-Dampfe noch in reinem Na-Dampfe finden kann. In der Tabelle sind die Zahlen der zweiten Messung angeführt.

Angeschlossen an die erste Tabelle ist ein Verzeichnis der Messungen im Röntgengebiet, von dem noch weiter unten die Rede ist. Dasselbe gilt von den Serienbezeichnungen in der Tabelle I.

In der Tabelle II sind Messungen des Funkenspektrums des Caesiums zusammengestellt nach noch nicht publizierten Beobachtungen von Sommer [140], ferner nach den Messungen von Dunoyer [128]. Hinzugenommen sind die Zahlen von Exner und Haschek [87] auf I. A. korrigiert, obwohl sie bereits zum Teil in Tabelle I enthalten sind. Der Vergleich zeigt, daß es sich bei den Messungen, die Sommer an der Glimmentladung in einem Gemisch von Caesiumdampf mit Helium, Dunoyer [128] an der elektrodenlosen Entladung, Exner u. Haschek [87] am gewöhnlichen Funken gemacht haben, im Grunde um das nämliche Spektrum handelt, nur ist die Schärfe und relative Intensität der meisten Linien im Luftfunken gering gegenüber den Entladungen bei vermindertem Drucke. Außerdem sind Linien des Bogenspektrums in wechselnder Stärke beigemengt. Einige solche Linien, die besonders auch der Bergmannserie angehören, sind in der Tabelle bezeichnet. Ferner erweist der Vergleich, daß die Linien des Goldsteinschen Grundspektrums ebenso wie die enhanced lines Lockyers sich unter den Zahlen der Tabelle wiederfinden. Die Messungen Sommers [140] sind mit einem großen Rowlandgitter gemacht und in den Hunderteln sicher, aus dreistelligen Werten abgekürzt. Sehr ungenau sind, jedenfalls im Bereiche der längeren Wellen, die Messungen von Dunoyer [128], die mit einem Spektrographen Féry ausgeführt sind, so daß die Identifizierung der Linien auf Schwierigkeiten stößt. Wie Sommerfeld u. a. in [117] entwickelt[1]), ist zu erwarten, daß das Funkenspektrum des Cs den gleichen Bau besitzt, wie das Spektrum des Xenon. Es sind Anzeichen vorhanden, daß dies in der Tat zutrifft; das Spektrum der Tabelle II besitzt also ein besonderes Interesse.

Es seien nun zunächst einige Untersuchungen angeschlossen, die sich auf das Verhalten einzelner Linien der beiden Spektra der ersten Tabellen beziehen. Man vergl. hierzu auch die Angaben in Bd. V.

King [68] findet im elektrischen Ofen nur die beiden stärksten Serienlinien 4593 und 4555. Goldstein [86] untersucht Kanalstrahlen in Cs-Dampf und findet Bogenlinien neben Funkenlinien. Stark und Wendt [88, 89] lassen Kanalstrahlen auf Cs Cl fallen. Das auftretende Licht zeigt drei Serienlinien, allein nur, wenn die getroffene Substanz durchsichtig ist und der Kathodenfall über 4500 V liegt. Steigt die Geschwindigkeit über 500 V, so soll das auftretende Licht blau mit Banden sein. Für die Hypothesen, die die Verfasser bei dieser Gelegenheit aufstellen, vergleiche man die Arbeit selbst.

Die zeitliche und räumliche Entwicklung einiger Serienlinien wird von Kramstyk [104], Ramsauer u. Wolf [123] und Hörnle [132] untersucht, ohne zu wesentlich neuen Ergebnissen zu führen. Kramstyk untersucht monochromatische Bilder des Bogens und findet die Bilder der Linien der ersten Nebenserie kleiner als die Bilder der Hauptserie, das Bild der Linie 5501 von

1) Siehe auch A. Kossel u. A. Sommerfeld, Verh. d. phys. Ges. 21 p. 240—259 (1919).

gleicher Größe wie die Bilder der ersten Nebenserie. Er deutet dies in der bekannten Weise Lenards. Hörnle [132] stellt die Heidelberger Beobachtungen an Cs mit anderen zusammen und deutet sie ebenfalls im Sinne Lenards[1]). Ramsauer u. Wolf [123] löschen einen Cs-Bogen durch Kurzschluß und bestimmen mittels einer stroboskopischen Anordnung die Zeit, nach der das Bogenbild der betreffenden Linie noch sichtbar ist. Die Deutung der Beobachtungen stößt auf mancherlei Schwierigkeiten. Immerhin glauben die Verfasser sicher schließen zu können, daß die Hauptserienlinien länger nachleuchten als die Linien der ersten Nebenserie. Bei den Hauptserienlinien nimmt ferner die Dauer des Nachleuchtens mit der steigenden Ordnungszahl der Serienlinien ab. — Die Beobachtungen von Greinacher [131] gehören in diesen Zusammenhang. Ähnlich wie bei früheren Versuchen von Lockyer läßt Greinacher einen Funken durch eine mit Cs-Salz gespeiste Flamme schlagen. Die Elektroden, Platindrähte, befinden sich außerhalb der Flamme. Beim Durchgang von Funken werden außerhalb der Flamme Linien des Cs beobachtet, und zwar vorzugsweise die roten und ultraroten Glieder der Hauptserie. Diese Emission erstreckt sich auch außerhalb der eigentlichen Funkenbahn und wird auf das Austreten von Alkali-Ionen aus der Flamme zurückgeführt.

Hartley und Moss [91] geben an, daß die Linien 4593 und 4555 die Restlinien für die Flamme seien, und daß 0.01 mgr zu ihrem Nachweis genügen. [111] ist uns nicht zugänglich. Hase [92] mißt die Intensität eines Linienpaares in Flammen.

Eine Reihe von Beobachtungen liegen ferner für das Absorptionsspektrum des Cs-Dampfes vor, das sich, ebenso wie das Absorptionsspektrum der anderen Alkalimetalle besonders zu genauer Untersuchung eignet. Der Untersuchungen Bevans [81, 90] wurde bereits gedacht. Dass sich an den Absorptionslinien der Flamme die anomale Drehung der Polarisationsebene im Magnetfelde findet, die nach dem Nachweis der Dispersion zu erwarten ist, zeigen Starke und Herweg [96]. Die ebenfalls hierhin gehörende Untersuchung des normalen Zeemaneffektes scheint immer noch zu fehlen.

Füchtbauer u. Hofmann [99] photometrieren die Intensitätsverteilung in den Paaren der Hauptserie. Die Theorie der Absorption führt zum Schlusse, daß für die Linien 4555 u. 4593, das zweite Glied der Hauptserie, das Verhältnis der Zahl der Dispersionselektronen 1 : 3 ist. Für das zweite Glied, 3877 und 3889 wird das gleiche Verhältnis zu 1 : 4 geschätzt. Da für das erste Glied des Na von mehreren Seiten auf dem gleichen Wege 1 : 2 gefunden worden war, so wird in der genannten Zahlenreihe ein allgemeines Gesetz vermutet. Die Träger der Hauptserie sollen neutrale Atome sein, in Übereinstimmung mit dem Ergebnis aller neueren Untersuchungen. Bartels [129] knüpft an Füchtbauer u. Hofmann an und untersucht in der gleichen Weise

1) Auf die unzulängliche Kritik anderweitiger Untersuchungen von Kayser, Öllers, Oldenberg, mit der Hörnle auszukommen glaubt, soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden, da von Hörnle nichts Neues vorgebracht wird.

das Paar 3612 u. 3617 unter Überwindung vieler Schwierigkeiten. Er findet das Gesetz bestätigt, daß für $n\varkappa_m$, also die Absorptionsindizes an den Stellen maximaler Absorption, das Verhältnis der kurzwelligen zur langwelligen Linie gleich m : 1 ist, wenn m die Ordnungszahl des Termes bedeutet. Endlich prüfen Füchtbauer u. Joos [130] nach neueren Messungen der Dispersion des Cs-Dampfes durch Roschdestwensky[1]) erneut die Absorption der Caesiumlinien und kommen zum Schluß, daß unter Benutzung der von Roschdestwensky für das erste Paar der Cs-Hauptserie nachgewiesenen Verhältniszahl 2 : 1 sich die Zahl der Dispersionselektronen für das erste Paar der Cs-Hauptserie gleich der Zahl der Atome ergibt, und zwar unter Zugrundelegung der klassischen Dispersionstheorie. Daß bei genügend hoher Temperatur und dem sorgfältigen Ausschluß von Sauerstoff auch die Nebenserienlinien des Cs in Absorption auftreten, zeigt A. S. King [122, 138, 139]. Die Linien sind unter diesen Umständen scharf und symmetrisch. Wenn man einen Kohlepflock als schwarzen Strahler in den Ofen bringt und die Absorption gegen diese Emission beobachtet, so werden zwischen λ 5400 und λ 7000 fast alle Bogenlinien mit Ausnahme der schwächsten in Absorption sichtbar, sobald die Temperatur des Hintergrundes auf 2600° steigt, wobei die Temperatur des Dampfes um 400° niedriger sein kann. Es erscheinen die folgenden Linien der ersten Nebenserie in Absorption: 5466, 5503, 5635, 5664, 5845, 6011, 6213, 6724, 6974, von Linien der zweiten Nebenserie (nach Saunders) 5746, 5839, 6034, 6355, 6587. Auch die drei von Saunders als Satelliten aufgefaßten Linien 5847.8, 6217.6, 6983.8 sind in Absorption sichtbar. An der Stelle der stark nach Rot unscharfen Linien der zweiten Nebenserie erscheinen in Absorption enge Doppellinien. Das Verfahren verspricht eine exakte Messung der Serien des Caesiumspektrums zu liefern. Das Verhalten der Linienserien und den Einfluß des Caesiumdampfes in Gemischen mit anderen Elementen deutet King im Sinne der Theorie des thermischen Ionisationsgleichgewichts von Meg Nad Saha [119, 120], wie sie von Russel [137] auf Gemische von Elementen ausgedehnt wird. Insbesondere wird das Fehlen gewisser Linien der Alkalien im gewöhnlichen Sonnenspektrum und ihr Auftreten in den Flecken erklärt. Auf die Berechnungen für einige Linien des Caesiums, die man bei Russel findet, soll an dieser Stelle nur hingewiesen werden. Man vergleiche auch den Bericht des Mt. Wilson-Observatoriums [194]. Daß mit der Absorption des Cs-Dampfes ein Fluoreszenzspektrum verbunden ist, zeigt Dunoyer [84]. Doch findet er die Fluoreszenz so schwach, daß sie sich nicht spektroskopisch untersuchen ließ.

In Bd. V ist bereits über das kontinuierliche Spektrum des Caesiums berichtet worden, das seit Kirchhoff und Bunsen häufig beobachtet und beschrieben worden ist. Dort ist auch (p. 390) der „Hofbildung" gedacht worden, die nach Gouy, Lenard und Leder die Linienpaare der Alkalien begleiten und in Zusammenhang mit dem kontinuierlichen Spektrum stehen soll. Wie Theissen [100] und Konen [102] finden, besitzen diese von der Verbreiterung zu

1) Nicht zugänglich.

unterscheidenden „Höfe" keine reale Bedeutung; sie sind wohl auf die Zerstreuung des Lichtes an den Linsen und Prismen zurückzuführen, ein Schluß, den freilich Gouy [107a] nicht gelten lassen will. Theissen [100] der mit Plangitter arbeitet, findet zwischen λ 360 und λ 900 keine Spur einer Auflösung des Grundes in Linien.

Im Gebiete der Röntgenstrahlen hat zuerst de Broglie [106] die K-Absorptionskante gemessen. Dann haben Siegbahn und Stenström [107] die K-Reihe, Friman [108] die L-Reihe gemessen, Siegbahn und Jönsson [115] die Absorption neu bestimmt. Diese Messungen sind bis in die neueste Zeit schrittweise verbessert worden durch Siegbahn [134] und seine Mitarbeiter, insbesondere Hjalmar [118, 127], für die Absorption durch Blake und Duane [109], Duane und Kang-Fuh-Hu [114] und G. Hertz [121]. In der Tabelle p. 322 sind diese Zahlen zusammengestellt, die neuesten an erster Stelle. Die Bezeichnung ist die Siegbahnsche, in der letzten Spalte ist die Wentzelsche Systematik beigefügt [135]. Die Wellenlängen der Absorptionskanten sind in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt:

K-Reihe. (X-E.)

de Broglie	Siegbahn u. Jönsson	Duane u. Kang
340	343.6	344.4

L-Reihe. (X-E, Hertz).

L_1	L_2	L_3
2450	2299	2157

Die Absorptionskanten zeigen noch eine Feinstruktur.

Im Zusammenhang mit den Röntgenspektren seien sogleich die Messungen der Ionisations- und Erregungsspannungen durch Foote, Rognley und Mohler [113] sowie Foote und Meggers [116] angeführt. Der Linie 8521 entspricht das Erregungspotential 1.48 V, die Ionisationsspannung ist 3.88 V. Das Intensitätsverhältnis der beiden Komponenten des ersten Paares der Hauptserie, nämlich 8521/8943, bleibt zwischen 1.5 und 120 V konstant gleich 1.5. Bei abnehmender Spannung bleibt nur dieses erste Paar übrig. Seine Intensität ist proportional der Zahl der erregenden Elektronen bis das Ionisationspotential erreicht ist. Von diesem Punkte ab tritt das vollständige Spektrum auf und die relative Intensität des ersten Paares nimmt ab. Für weitere Einzelheiten sehe man die Arbeit von Foote und Meggers[1]).

Das Bogen- bzw. Flammenspektrum des Caesiums ist wie dasjenige der anderen Alkalien ein ausgesprochenes Serienspektrum mit dem typischen Aufbau aus den vier Grundserien mit Kombinationen, durch die fast alle Linien aufgenommen werden. Es handelt sich um ein Paarsystem, von dem zuerst Kayser und Runge die Hauptserie und die erste Nebenserie aufgefunden haben. Rydberg berechnete diese Serien und versuchte auch die zweite

1) Man vgl. auch das Buch von W. Gerlach, Die experimentellen Grundlagen der Quantentheorie. Braunschweig 1921.

Nebenserie vorauszuberechnen. Dann ist die Kenntnis des Caesiumspektrums schrittweise gewachsen. Ein Teil der Entwicklung ist bereits in Bd. V geschildert (siehe p. 385 Anm. 3). Nachdem durch die ultraroten Messungen Paschens und seiner Mitarbeiter sowie durch die Auffindung der Bergmannserie die Kenntnis des Cs-Spektrums erweitert war, sind die Serien häufig neu berechnet worden. Paschen [70] ordnet zuerst das Cs-Spektrum in die vier Grundserien und berechnet eine Reihe von Kombinationslinien, die Randall [71] vermehrt. Bevan [81, 90] und Birge [72] berechnen neue Formeln für die Hauptserie, ebenso wie Hicks [77], der unter Benutzung seiner Formel unter kritischer Heranziehung sämtlicher damals verfügbarer Daten neue Serienkonstanten berechnet. Es sei gleich hinzugefügt, daß Hicks später auch den von ihm angenommenen Einfluß des Atomvolumens auf die Konstanten der von ihm berechneten Serien untersucht hat [95], ebenso den Einfluß des Atomgewichtes in [98]. Mogendorff [79] glaubt Summations- und Differenzschwingungen nachweisen zu können. Dann hat Dunz in seiner bekannten Dissertation [85] aus der Grenze der Hauptserie das Ritz-Paschensche Schema der damals bekannten Cs-Linien berechnet und die Kombinationslinien gesammelt. Watts [103] berechnet wiederum unter Benutzung der Hicksschen Formel die Hauptserie auf Grund der Messungen von Bevan, ebenso Johansen [110] für die von ihm aufgestellte Serienformel. In jüngster Zeit sind dann mehrere zusammenfassende Bearbeitungen erschienen, in denen jedoch die letzten Untersuchungen von Meissner [126] über die Bergmannserie des Cs noch nicht mit berücksichtigt sind. So gibt Frommel [125] eine Zusammenstellung wie Dunz, mit den gleichen Grenzen. Hicks gibt in seinem Buche [133] eine völlige Neuberechnung sämtlicher Serienlinien und neben Kombinations-(Differenz)linien auch Summationslinien. Fowler [136] benutzt in seinem Buche den Grenzwert für die Hauptserie nach Bevan und berechnet danach die Serien analog zu Dunz. Endlich berechnet Meissner [126] unter Benutzung der Sommerfeldschen Erweiterung der Ritzschen Formel die Grenzen der Bergmannserie. Hierbei ergibt sich eine besondere Eigentümlichkeit der in der Nähe der Glieder der Bergmannserie auftretenden Satelliten, die Meissner als Kombinationen deutet, die in die bisherigen Beobachtungen an Paarsystemen nicht passen. Für die Einzelheiten muß auf die Arbeit von Meissner selbst verwiesen werden. Da einerseits ein großer Teil der Serienlinien des Cs bisher noch wenig genau gemessen ist (Messungen am Vakuumbogen oder am Absorptionsspektrum dürften hier zum Ziel führen), außerdem aber je nach der zugrunde gelegten Spektralformel die Ausgangsgrenzen verschieden ausfallen, so fehlt es bisher an einer einheitlichen und das neueste Material benutzenden Termberechnung. Aus diesem Grunde weichen die von den verschiedenen Autoren gegebenen Zahlen beträchtlich voneinander ab. Die in der Tabelle p. 322 abgedruckten Zahlen sind diejenigen von Fowler [136], die freilich die Bergmannserie nur unvollkommen wiedergeben. Die Bezeichnung schließt sich der Bezeichnung bei anderen Elementen an. [141] erschien während der Korrektur.

		Paschen Bogen [70]		Randall Bogen [71]		Meissner Bogen [105]		Meggers Bogen [112]	
	7.425 μ	—	10						
3.5 $\mathfrak{S}$—4 $\mathfrak{P}_2$	7.193 μ	—	13						
	7.111 μ	?	10						
	6.981 μ	—	15						
3.5 $\mathfrak{S}$—4 $\mathfrak{P}_1$	6.807 μ	—	15						
3 $\mathfrak{P}_1$—3.5 $\mathfrak{S}$	42202	8	4						
3 $\mathfrak{P}_2$—3.5 $\mathfrak{S}$	39180	1	10						
2 $\mathfrak{P}_1$—3 $\mathfrak{D}_2$	36127	7	20						
2 $\mathfrak{P}_1$—3 $\mathfrak{D}_1$	34892	5	70						
2.5 $\mathfrak{S}$—3 $\mathfrak{P}_2$	30962	9	40						
2 $\mathfrak{P}_2$—3 $\mathfrak{D}_2$	30099	9	60	108.8	6				
2.5 $\mathfrak{S}$—3 $\mathfrak{P}_1$	29318	8	80	317.4	6				
2 $\mathfrak{P}_1$—2.5 $\mathfrak{S}$	14694	8		696.4	100				
3 $\mathfrak{D}_1$—4 $\mathfrak{P}_2$	13605	8		—					
2 $\mathfrak{P}_2$—2.5 $\mathfrak{S}$	13587	7		590.7	80				
3 $\mathfrak{D}_1$—4 ⊿ $\mathfrak{P}_1$	10123	7		124.0	200				
3 $\mathfrak{D}_2$—4 ⊿ $\mathfrak{P}_2$	10027	0		025.5	200				
2 $\mathfrak{P}_1$—4 $\mathfrak{D}_2$	9208	3		209.7	170	8.68	2	8.40	1 u
2 $\mathfrak{P}_1$—4 $\mathfrak{D}_1$	9172	5		178.5	40	2.28	3	2.23	2 u
1.5 $\mathfrak{S}$—2 $\mathfrak{P}_2$	8943	6		945.0	40	3.68	6 R	3.46	8 R
2 $\mathfrak{P}_2$—4 $\mathfrak{D}_2$	8761	5		762.1	20	1.80	4	1.35	5 u
1.5 $\mathfrak{S}$—2 $\mathfrak{P}_1$	8521	2		522.4	30	1.18	10 R	1.12	10 R
3 $\mathfrak{D}_1$—5 ⊿ $\mathfrak{P}_1$	8080		—	080.9	10	9.46	8 r	9.8	10 r
3 $\mathfrak{D}_1$—5 ⊿ $\mathfrak{P}_2$	79		—	—		—		9.1	
	58		—	—		3.35	2 v	—	
	18		—	018.9	20	6.28	8 r	6.9	5 r
3 $\mathfrak{D}_2$—5 ⊿ $\mathfrak{P}_2$	16		—	—		—		6.2	
	7990		—	—		0.68	2 v	—	
2 $\mathfrak{P}_1$—3.5 $\mathfrak{S}$	48		—	—		3.90	10	4.11	6 u
	7800		—	—		—		—	
2 $\mathfrak{P}_2$—3.5 $\mathfrak{S}$.	7608		—	—		8.93	10	9.18	5 r
	7847	8		—		—		—	
3 $\mathfrak{D}_1$—6 ⊿ $\mathfrak{P}_1$	7280			—		0.80	6 r	9.7	r
3 $\mathfrak{D}_1$—6 ⊿ $\mathfrak{P}_2$	79			—		—		—	
	70			—		0.70	4 v	—	
	64			264.85		—		—	
3 $\mathfrak{D}_2$—6 ⊿ $\mathfrak{P}_2$	29					9.28	6 r	8.5	r
	19					9.70	4 v	—	
2 $\mathfrak{P}_1$—5 $\mathfrak{D}_2$	6983					3.87	6	3.37	5 u
2 $\mathfrak{P}_1$—5 $\mathfrak{D}_1$	73					3.11	6	3.17	10 u
3 $\mathfrak{D}_1$—7 ⊿ $\mathfrak{P}_1$	6871					1.10	4 u	—	
3 $\mathfrak{D}_1$—7 ⊿ $\mathfrak{P}_2$	70					—		—	
3 $\mathfrak{D}_2$—7 ⊿ $\mathfrak{P}_2$	25					5.11	4 u	—	
2 $\mathfrak{P}_2$—3 $\mathfrak{D}_2$	6723							3.18	10 u
3 $\mathfrak{D}_1$—8 ⊿ $\mathfrak{P}_1$	6680							—	
3 $\mathfrak{D}_2$—8 ⊿ $\mathfrak{P}_2$	6587							6.94	5 r
2 $\mathfrak{P}_1$—1.5 $\mathfrak{S}$	86							—	
3 $\mathfrak{D}_1$—9 ⊿ $\mathfrak{P}_1$	6472							—	

1) Diese Linie führt Eder bei Rb.

Saunders Bogen [43]		Eder Bogen [101]		Meissner Vakuum [126]		Eder u. Valenta Bogen [69]		Exner u. Haschek Bogen [86]		Sommer Vakuum [140]			
												C	
												C	
												C	
												INC	
												INC	
												IN	
												C	
												IIN	
												C	
												IIN	
												B	
												B	
												IN	
												IN	
												H	
												IN	
												H	1)
				79.021	10							B	
				78.923	2								
				—									
06.8				15.710	10							B	
				—									
—				—									
44.4		41.1	1u	48.878	10							IIN	
—		00.11	2u	—									
09.4		09.28	2r	08.895	10							IIN	
—		—		—									
80.2		—		79.949	10					80.00	0	B	
—		—		79.895	2					—			
—		—		—						—			
—		—		—						—			
28.5		—		28.526	10					28.59	0	B	
—		—		—						—			
83.6		83.39	3u	83.488	5	83.3	3U			83.47	1	IN	
72.9		73.35	20R	73.291	10	73.35	10R	74.2	5R	73.31	8	IN	
72.4		—		70.450	9	73.	1U	—		70.46	1	B	
—		—		70.419	1	—		—		—			
26.7		—		24.646	9	27.	1U	—		24.86		B	
23.5.		23.28	20R	23.279	10	23.29	10R	23.4	50R	23.27	3	IN	
30.3		—		28.654	6	21.	2u	—		—			
87.8		87.11	5r	87.019	6	86.22	5r	87.1	3r	—		IN	
87.1				86.506	10	—		—		86.54	1	IIN	
75.				72.617	4	72.		—		—		B	

		Meggers Bogen [112]	Saunders Bogen [43]	Meissner Vakuum [126]	Eder u. Valenta Bogen [69]
	6461	—	—	—	1.
$3\,\mathfrak{D}_2-9\,\Delta\,\mathfrak{P}_2$	31	—	34.	1.966 4	3.
$3\,\mathfrak{D}_1-10\,\Delta\,\mathfrak{P}_1$	6365	—	59.	5.518 2	—
$2\,\mathfrak{P}_2-4.5\,\mathfrak{S}$	54	98 4 u	55.1	4.552 8	—
	35	—	—	—	5.4 4 r
$3\,\mathfrak{D}_3-10\,\Delta\,\mathfrak{P}_2$	26	—	25.	6.204 2	—
$3\,\mathfrak{D}_1-11\,\Delta\,\mathfrak{P}_1$	6288	—	—	8.54 1	—
$3\,\mathfrak{D}_2-11\,\Delta\,\mathfrak{P}_2$	50	—	—	0.20 1	—
$3\,\mathfrak{D}_1-12\,\Delta\,\mathfrak{P}_1$	31	—	—	1.19 0	—
$2\,\mathfrak{P}_1-6\,\mathfrak{D}_2$	17	27 1 u	17.4	7.598 3	7.3 2 u
$2\,\mathfrak{P}_1-6\,\mathfrak{D}_1$	12	87 8 u	12.9	3.096 8	2.8 10 U
	6162	—	—	—	2.41 1 u
	22	—	—	—	2.40 1 u
	08	—	—	—	3.28 2 U
$2\,\mathfrak{P}_1-5.5\,\mathfrak{S}$	6034	—	34.6	4.089 6	4.9 2 U
$2\,\mathfrak{P}_2-6\,\mathfrak{D}_2$	10	083 7 u		0.489 4	0.11 6 U
$2\,\mathfrak{P}_1-7\,\mathfrak{D}_2$	5847	—			—
$2\,\mathfrak{P}_1-7\,\mathfrak{D}_1$	44	7 U			3.7 5 U
$2\,\mathfrak{P}_2-5.5\,\mathfrak{S}$	39	—			—
$2\,\mathfrak{P}_1-6.5\,\mathfrak{S}$	5746	—			—
$2\,\mathfrak{P}_2-7\,\mathfrak{D}_2$	5663	8 U			3.5 2 U
$2\,\mathfrak{P}_1-8\,\mathfrak{D}_1$	35	24			—
	5588	—			8.78 1 u
$2\,\mathfrak{P}_1-7.5\,\mathfrak{S}$	74	—			
$2\,\mathfrak{P}_2-6.5\,\mathfrak{S}$	68	9			
$2\,\mathfrak{P}_1-9\,\mathfrak{D}_1$	02				
$2\,\mathfrak{P}_1-8\,\mathfrak{D}_1$	5465				
$2\,\mathfrak{P}_2-8\,\mathfrak{D}_2$	14				
$2\,\mathfrak{P}_2-7.7\,\mathfrak{S}$	07				
$2\,\mathfrak{P}_1-10\,\mathfrak{D}_1$	04				
$2\,\mathfrak{P}_2-11\,\mathfrak{D}_1$	5350				
$2\,\mathfrak{P}_2-9\,\mathfrak{D}_2$	40				
$2\,\mathfrak{P}_1-12\,\mathfrak{D}_1$	04				
$2\,\mathfrak{P}_2-10\,\mathfrak{D}_2$	5256				
$2\,\mathfrak{P}_2-11\,\mathfrak{D}_2$	5199				
$2\,\mathfrak{P}_2-12\,\mathfrak{D}_2$	58				
	4608				
$1.5\,\mathfrak{S}-3\,\mathfrak{P}_2$	4593				
$1.5\,\mathfrak{S}-3\,\mathfrak{P}_1$	55				
	40				
$1.5\,\mathfrak{S}-4\,\mathfrak{P}_2$	3888				
$1.5\,\mathfrak{S}-4\,\mathfrak{P}_1$	76				
$1.5\,\mathfrak{S}-5\,\mathfrak{P}_2$	3617				
$1.5\,\mathfrak{S}-5\,\mathfrak{P}_1$	11				
$1.5\,\mathfrak{S}-6\,\mathfrak{P}_2$	3480				
$1.5\,\mathfrak{S}-6\,\mathfrak{P}_1$	76				
	09				

1) Nach Paschen [141].
2) Hier mißt Paschen [70] 3409.7.

Exner u. Haschek Bogen [86]		Sommer Vakuum [140]		Exner u. Haschek Funke [86]		Ramage Flamme [37]		Bevan Absorption [90]		
—		—								
—		—							B	
—		—							B	
55.1	2u	54.57	1						IIN	
—		—								
—		—							B	
—		—							B	
—		—							B	
—		—							B	
17.4	1u	17.59	0						IN	
12.8	10	13.10	2	13.3	1u				IN	
—		—		—						
—		—		—						
—		—		—						
—		34.11	0	—					IIN	
10.3	2	10.49	2	10.3	1u				IN	
—		—		—					IN	
45.	1u	—		—					IN	
—		—		—					IIN	
—		—		—					IIN	
64.2	1u	63.99	1	—					IN	
—		35.20	0	—					IN	1)
—		—		—						
—		—		—					IIN	
—		—		—					IIN	1)
—		—		—		02.9	3		IN	
—				—		65.9	4		IN	
—		—		—		14.2	1		IN	
—		—		—		—			IIN	
—		—		—		—			IN	
—		—		—		—			IN	
—		—		—		40.96	3		IN	
—		—		—		04.	1		IN	
—		—		—		56.79	1		IN	
—		—		—		—			IN	
—		—		—		—			IN	
—		03.76	10	03.81	15	—				
93.21	50 R	93.18	3	93.22	3	—			H	
55.32	200 R	55.36	4	55.31	3	—			H	
—		—		40.0	1u	—				
89.0	1u	88.87	2	—		88.60	2	88.65	H	
76.4	1u	76.19	0	—		76.16	4	76.39	H	
—				—		17.34	1	17.41	H	
11.8	1u			—		11.55	2	11.52	H	
				—		—		80.13	H	
				—		77.10	1	76.88	H	
				—		—		—		2)

		Exner u. Haschek Funke [96]		Ramage Flamme [87]		Bevan Absorption [90]	Paschen Bogen [70]	
1.5 $\mathfrak{S}$—7 $\mathfrak{P}_2$	3400	—		—		00.00		H
1.5 $\mathfrak{S}$—7 $\mathfrak{P}_1$	3398	—		98.26	1	98.14		H
1.5 $\mathfrak{S}$—8 $\mathfrak{P}_2$	48	49.47	1	48.58	1	48.72		H
1.5 $\mathfrak{S}$—8 $\mathfrak{P}_1$	47	—		—		47.44		H
1.5 $\mathfrak{S}$—9 $\mathfrak{P}_2$	14	15.5	1	14.		14.04		H
1.5 $\mathfrak{S}$—9 $\mathfrak{P}_1$	13					13.16		H
1.5 $\mathfrak{S}$—10 $\mathfrak{P}_2$	3289					89.13		H
1.5 $\mathfrak{S}$—10 $\mathfrak{P}_1$	88					88.56		H
1.5 $\mathfrak{S}$—11 $\mathfrak{P}_1$	70					44		H
1.5 $\mathfrak{S}$—12 $\mathfrak{P}_1$	56					66		H
1.5 $\mathfrak{S}$—13 $\mathfrak{P}_1$	45					91		H
1.5 $\mathfrak{S}$—14 $\mathfrak{P}_1$	37					47		H
1.5 $\mathfrak{S}$—15 $\mathfrak{P}_1$	30					58		H
	28					—	8.7	
1.5 $\mathfrak{S}$—16 $\mathfrak{P}_1$	25					00		H
1.5 $\mathfrak{S}$—17 $\mathfrak{P}_1$	20					28		H
1.5 $\mathfrak{S}$—18 $\mathfrak{P}_1$	16					34		H
1.5 $\mathfrak{S}$—19 $\mathfrak{P}_1$	12					91		H
1.5 $\mathfrak{S}$—20 $\mathfrak{P}_1$	10					07		H
1.5 $\mathfrak{S}$—21 $\mathfrak{P}_1$	07					67		H
1.5 $\mathfrak{S}$—22 $\mathfrak{P}_1$	05					53		H
1.5 $\mathfrak{S}$—23 $\mathfrak{P}_1$	03					69		H
1.5 $\mathfrak{S}$—24 $\mathfrak{P}_1$	02					02		H
1.5 $\mathfrak{S}$—25 $\mathfrak{P}_1$	00					60		H
1.5 $\mathfrak{S}$—26 $\mathfrak{P}_1$	3199					34		H
1.5 $\mathfrak{S}$—27 $\mathfrak{P}_1$	98					14		H
1.5 $\mathfrak{S}$—28 $\mathfrak{P}_1$	97					17		H
1.5 $\mathfrak{S}$—29 $\mathfrak{P}_1$	96					09		H
1.5 $\mathfrak{S}$—30 $\mathfrak{P}_1$	95					31		H
1.5 $\mathfrak{S}$—31 $\mathfrak{P}_1$	94					48		H
1.5 $\mathfrak{S}$—32 $\mathfrak{P}_1$	93					88		H
	2551						1.5	
	2868						8.8	

Röntgengebiet. X.-E.

	Hjalmar [127]	Friman [108]	Siegbahn	
L α_2	2895.60	2899		L_1—M_2
α_1	86.10	91		L_1—M_1
β_1	2677.84	2684		L_2—M_2
β_4	60.53	68		L_3—M_4
β_3	22.93	29		L_3—M_3
β_2	2307	2514		
γ_1	2342.55	2350		L_2—N_4
γ_2	2244	2334		
K α_2			402	
α_1			398	
β_1			352	

Terme. Dublet-System.

2 $\mathfrak{P}_1$	19672	3 $\mathfrak{P}_1$	9458	4 $\mathfrak{P}_1$	5615	5 $\mathfrak{P}_1$	3725	6 $\mathfrak{P}_1$	2651	7 $\mathfrak{P}_1$	1985	8 $\mathfrak{P}_1$	1539	9 $\mathfrak{P}_1$	1231	10 $\mathfrak{P}_1$	1015		
2 $\mathfrak{P}_2$	20226	3 $\mathfrak{P}_2$	9639	4 $\mathfrak{P}_2$	5695	5 $\mathfrak{P}_2$	3768	6 $\mathfrak{P}_2$	2678	7 $\mathfrak{P}_2$	2002	8 $\mathfrak{P}_2$	1551	9 $\mathfrak{P}_2$	1239	10 $\mathfrak{P}_2$	1010		
1.5 $\mathfrak{S}$	31405	2.5 $\mathfrak{S}$	12869	3.5 $\mathfrak{S}$	7088	4.5 $\mathfrak{S}$	4495	5.5 $\mathfrak{S}$	3106	6.5 $\mathfrak{S}$	2274	7.5 $\mathfrak{S}$	1728						
3 $\mathfrak{D}_1$	16807	4 $\mathfrak{D}_1$	8716	5 $\mathfrak{D}_1$	3336	6 $\mathfrak{D}_1$	3581	7 $\mathfrak{D}_1$	2568	8 $\mathfrak{D}_1$	1932	9 $\mathfrak{D}_1$	1505	10 $\mathfrak{D}_1$	1208	11 $\mathfrak{D}_1$	989		
3 $\mathfrak{D}_2$	16905	4 $\mathfrak{D}_2$	[illegible]	5 $\mathfrak{D}_2$	5337	6 $\mathfrak{D}_2$	3593	7 $\mathfrak{D}_2$	2576	8 $\mathfrak{D}_2$	1936	9 $\mathfrak{D}_2$	1508	10 $\mathfrak{D}_2$	1209	11 $\mathfrak{D}_2$	996		
4 $\Delta\mathfrak{P}_1$	6933	5 $\Delta\mathfrak{P}$	4433	6 $\Delta\mathfrak{P}$	3075	7 $\Delta\mathfrak{P}$	2257	8 $\Delta\mathfrak{P}$	1726	9 $\Delta\mathfrak{P}$	1362	10 $\Delta\mathfrak{P}$	1104	11 $\Delta\mathfrak{P}$	912	12 $\Delta\mathfrak{P}$	766		
4 $\Delta\mathfrak{P}_2$	6935																		
außerdem:		12 $\mathfrak{D}_1$	823	und		11 $\mathfrak{P}_1$	836	12 $\mathfrak{P}_1$	707	13 $\mathfrak{P}_1$	605	14 $\mathfrak{P}_1$	525	15 $\mathfrak{P}_1$	459	16 $\mathfrak{P}_1$	406	17 $\mathfrak{P}_1$	360
		12 $\mathfrak{D}_2$	829			18 $\mathfrak{P}_1$	322	19 $\mathfrak{P}_1$	289	20 $\mathfrak{P}_1$	262	21 $\mathfrak{P}_1$	238	22 $\mathfrak{P}_1$	218	23 $\mathfrak{P}_1$	200	24 $\mathfrak{P}_1$	183
						25 $\mathfrak{P}_1$	169	26 $\mathfrak{P}_1$	157	27 $\mathfrak{P}_1$	145	28 $\mathfrak{P}_1$	136	29 $\mathfrak{P}_1$	125	30 $\mathfrak{P}_1$	118	31 $\mathfrak{P}_1$	110
						32 $\mathfrak{P}_1$	103												

Sommer [140]		Exner u. Haschek [86]		
7280.00	0			1)
48.95	0			
28.59	0			1)
05.99	0			
7188.32	0			
60.88	0			
49.55	2			
30.53	1			
21.18	0			
7085.72	0			
65.71	1			
6983.47	1			1)
79.68	3			
73.31	3			1)
55.52	4			
6892.42	0			
70.46	1			1)
50.11	0			
24.86	0			1)
6724.48	3			
23.27	3	23.3	1	1)
6646.56	3	—		
27.77	0	—		
24.40	0	—		
6586.54	1	—		1)
62.79	5	—		
36.44	3	—		
06.25	1	—		
6495.58	3	—		
56.35	1	—		
53.51	0	—		
19.54	2	—		
05.23	0	—		
03.48	0	—		
6354.57	1	—		1)
35.89	0	—		
6243.00	1	—		
17.59	0	—		1)
13.10	2	13.3	1	1)
6151.39	0	—		
50.68	1	—		
28.62	4	—		
6098.74	0	—		
76.74	2	—		
34.11	0	—		1)
10.49	2	10.3	1	1)
5984.39	2	—		
77.14	1	—		

Sommer [140]		Dunoyer [128]			Exner u. Haschek [86]		
5958.07	0				—		
50.18	1				—		
46.98	1				—		
35.24	0				—		
25.65	5				26.0	1	2)
5895.88	0				—		
89.97	1	89.2	3	Na?	—		
86.56	1	—			—		
67.82	0	—			—		
63.70	1	—			—		
45.90	0	—			—		
44.26	0	—			—		
31.16	5	—			31.5	1	
14.18	3	10.5	3		—		
5663.99	1	—		1)	—		
35.20	0	—		1)	—		
28.38	0	—			—		
5592.86	0	—			—		
85.63	1	—			—		
79.03	0	—			—		
63.02	7	66.7	4		—		
55.63	0	—			—		
07.17	2	—			—		
5466.01	0	—			—		
64.02	0	—			—		
19.69	5	—			—		
07.35	0	—			—		
02.79	4	—			—		
5380.80	1	—		2)	—		
70.98	6	75.9	4		—		
58.42	0	—			—		
54.08	0	—			—		
49.31	2	53.5	4	2)	—		
49.16	2	—			—		
48.95	2	—			—		
08.61	3	—			—		
5282.25	0	—			—		
74.04	4	73.7	2		—		
63.21	0	—			—		
49.37	6	50.0	4	2)	—		
27.00	8	28.0	8	2)	—		
09.73	2	11.5	2		—		
09.62	2	—			—		
5169.41	1	—			—		
5096.60	4	—			—		
81.77	2	—			—		
80.10	1	—			—		
59.87	3	61.0	1		—		

1) Auch im Bogen oder Funken nachgewiesen; vergleiche Tabelle I.
2) Schon von Goldstein [52] bemerkt.

Sommer		Dunoyer		Exner u. Haschek		
[140]		[128]		[86]		
5052.70	3	—		—		
43.80	6	44.0	5	—		
42.11	0	—		—		
41 83	1	—		—		
35.71	1	—		—		
35.06	0	—		—		
12.98	1	—		—		
01 64	1	—		—		
4981.65	1	—		—		
72.59	5	73.4	4	—		1)
54.57	0	—		—		
52.84	6	—		—		
10.03	0	—		—		
4895.15	0	—		—		
80.20	3	79.3	6	—		
79 95	1	—		—		
79.83	4	—		—		
70.02	6	69.2	12	—		2) 1)
64 08	0	—		—		
63.57	0	—		—		
61.27	2	—		—		
51.58	1	—		—		
30.16	6	29.3	12	—		
04.45	0	—		—		
02.82	0	—		—		
4795.64	0	—		—		
86 86	3	87.6	6	—		
63.62	5	63.7	12	—		
32.98	4	32.3	5	—		
23.12	0	—		—		
16.97	0	—		—		
4695.61	1	—		—		
70.28	4	69.7	4	—		
66.89	1	—		—		
65.51	0	—		—		
56.54	6	—		—		
46.51	5	45.6	8	—		
37.72	0	—		—		
28.34	1	—		—		
23.09	4	21.8	2	—		
20.59	1	—		—		
16 28	3	—		—		
16.06	4	15.6	10	—		1) 2)
12.18	1	—		—		
10.51	2	—		—		
09.47	1	08.9	2	—		
05.18	0	—		—		

Sommer		Dunoyer		Exner u. Haschek		
[140]		[128]		[86]		
4603.76	10	04.0	25	03.81	15	3) 1) 2)
4593.66	0	97.3	2?	93.22	3	
93.18	3	92.6	1?	—		3)
92.85	0	—		—		
91.92	0	—		—		
79.22	1	—		—		
72 61	2	—		—		2)
63.12	0	—		—		
55.36	4	55.4	2	55.31	8	3)
50 87	0	—		—		
38.94	6	39.4	12	40.0	1	3)
32.50	2	—		—		
26.73	7	26.9	20	26.73	4	3)
25.59	0	—		—		
22.85	3	—		—		
06.83	2	—		—		
06.71	3	06.4	5	—		3)
02 56	0	—		—		
01.53	7	01.5	15	01.63	2	
4499.77	1	—		—		
99.17	1	—		—		
96.76	3	—		—		
93.66	2	—		—		
89.25	0	—		—		
89.12	0	—		—		
77.52	0	—		—		
69.98	1	—		—		
69.09	0	—		—		
57.68	3	—		—		
50.79	1	—		—		
47.65	2	—		—		
44.00	2	—		—		
36.06	0	—		—		
35.71	4	36.5	4	—		
26.00	0	—		—		
25.66	4	26.9	10	—		
24.05	2	—		—		
16.09	0	—		—		
11.12	1	—		—		
10.21	4	11.3	8	—		3)
05.25	7	05.6	10	06.8	1	
03.85	4	—		—		3)
4399 50	4	00.8	1	—		
97.99	2	—		—		
96.91	3	—		—		
88.76	2	—		—		
86.57	0	—		—		

1) Schon von Goldstein (52) bemerkt.
2) Schon von Lockyer [49] im Funken gemessen und als enhanced lines bezeichnet.
3) Auch im Bogen oder Funken nachgewiesen; vergleiche Tabelle I.

Sommer [140]		Dunoyer [128]		Exner u. Haschek [86]		
4384.43	5	85.5	5	—		
73.02	6	74.3	8	73.03	1	1)
63.69	0	—		—		
63.28	9	64.3	12	64.3	2	
62.70	0	—		—		
56.58	0	—		—		
48.03	1	—		—		
40.44	2	—		—		
40.00	0	—		—		
39.12	1	—		—		
35.41	1	—		—		
30.24	4	31.0	1	—		
26.32	2	—		—		
23.61	0	—		—		
12.78	1	—		—		
11.20	0	—		—		
07.94	1	—		—		
06.48	1	—		—		
00.64	6	00.9	8	—		
4299.96	0	—		—		
99.88	0	—		—		
97.51	2	—		—		
96.07	1	—		—		
95.99	1	—		—		
94.92	1	—		—		
92.01	3	—		—		
88.94	0	—		—		
88.76	1	—		—		
88.35	7	89.0	15 1)	—		1)
87.80	0	—		—		
87.43	0	—		—		
84.23	0	—		—		
83.69	0	—		—		
82.80	2	—		—		
79.33	0	—		—		
77.53	0	—		—		
77.10	9	77.4	20	77.12	2	1)
76.56	0	—		—		
75.37	0	—		—		
73.13	0	—		—		
71.74	2	—		—		
65.26	0	—		—		
65.08	0	—		—		
64.68	10	65.2	20	65.5	5	1)
64.15	0	—		—		
41.97	2	—		—		
34.41	5	34.9	6	—		
32.19	6	—		—		
21.12	3	21.5	1	—		

Sommer [140]		Dunoyer [128]		Exner u. Haschek [86]		
4220.57	0	—		—		
19.52	0	—		—		
13.3	6	13.8	8	—		1)
12.79	0	—		—		
00.72	0	—		—		
4193.20	2	94.2	1	—		
87.58	1	—		—		
73.53	3	74.2	1	—		
63.24	3	64.2	1	—		
58.61	4	59.7	3	—		1)
51.98	1	—		—		
51.27	4	52.7	2	—		
32.00	2	—		—		
19.29	1	—		—		
08.23	0	—		—		
4081.52	3	82.4	8	—		1)
81.44	3	—		—		
68.77	6	68.8	10	—		
67.96	6	—		—		
53.96	3	54.4	1	—		
53.62	0	—		—		
47.18	4	47.5	2	—		
43.46	3	44.0	12	—		1)
43.38	3	—		440.8	5	
40.21	0	—		—		
39.84	9	40.3	15	—		
39.32	0	—		—		
35.12	1	—		—		
28.63	0	—		—		
28.43	0	—		—		
25.67	2	—		—		
23.62	2	23.9	4	—		1)
23.54	2	—		—		
18.67	0	—		—		
15.06	1	—		—		
06.77	2	—		—		
06.54	6	06.6	20	16.5	1	1)
01.68	4	02.0	12	—		1)
3993.86	1	—		—		
78.00	5	78.2	5	—		
77.53	0	—		—		
74.24	6	74.2	8	—		1)
67.21	1	—		—		
65.19	6	64.9	10	—		1)
59.87	0	—		—		
59.50	5	59.8	8	59.62	1	1)
55.92	4	56.2	6	—		
38.26	1	—		—		
25.94	0	—		—		

1) Schon von **Lockyer** (49) im Funken gemessen und als enhanced lines bezeichnet.

Sommer [140]		Dunoyer [128]		Exner u. Haschek [86]		
3925.58	6	25.9	15	25.70	1	1)
10.31	0	—		—		
06.93	4	07.3	2	—		
04.81	3	05.4	2	—		
00.09	0	—		—		
3897.34	0	—		—		
96.98	7	97.7	12	97.9	1	1)
92.21	2	—		—		
88.87	2	89.4	4	—		2)
83.67	1	84.2	3	—		
83.53	1	—				
76.19	0	—		—		2)
70.40	0	—				
70.16	2	—				
64.37	3	65.0	8	—		1)
64.25	3	—		—		
61.49	3	62.5	2	61.5	2	
37.45	3	38.3	5	—		
30.73	0	—		—		
23.61	1	—		—		
22.36	1	—		—		
19.53	3	20.1	2	—		
17.47	1	—		—		
05.10	6	05.4	10	05.9	1	
3799.98	0	—		—		
97.91	2	98.4	1	—		
85.42	5	85.8	10	—		
64.79	0	—		—		
51.40	3	51.8	5	—		
34.34	4	34.8	10	—		
32.54	2	33.2	1	—		
29.98	2	30.8	2	—		
24.75	1	—		—		
10.77	2	11.5	2	—		
3699.48	5	00.3	10	—		
82.46	0	—		—		
80.45	2	81.0	8	—		
80.10	2	—		—		
66.25	0	—		—		
61.39	6	62.5	15	61.37	1	
56.75	1	57.8	3	—		
56 67	1	—		—		
55.42	0	—		—		
51.07	3	52.3	8	—		
43.77	0	—		—		
41.33	4	42.6	10	—		
30.71	1	31.9	4	—		
30 62	1	—		—		

Sommer [140]		Dunoyer [128]		Exner u. Haschek [86]	
3624.44	0	25.5	2	—	
22.69	2	23.8	2	—	
18.54	9	19.5	6	—	
18.16	3	—		—	
14.99	2	16.3	2?	—	
10.86	0	—		—	
08.29	5	09.3	15	08.26	1
05.54	2	06.5	2	—	
02.85	4	04.0	8	—	
01.95	0	00.0	3	—	
3598.93	3	—		—	
97.43	6	98.7	15	97.45	2
92.67	0	—		—	
92.45	0	—		—	
69.39	0	—		—	
66.11	0	—		—	
65.11	4	66.1	8	—	
62.17	0	—		—	
59.80	5	60.7	12	59.8	1
41.56	1	42.3	1	—	
33.36	1	34.3	2	—	
32.88	0	32.2	1		
31.77	0	—			
18.31	1	19.0	1	—	
14.02	2	14.8	1	—	
08.67	0			—	
3465.20	0	65.2	1	—	
63.58	3	63.4	5	—	
50.36	0	50.1	2	—	
18.11	0	18.0	2	—	
11.31	9	11.6	8	—	
06.63	2	06.7	6	—	
3397.19	1	97.6	2	—	
68.56	1	69.0	2	—	
57.69	1	58.3	5	—	
49.45	4	50.1	8	49.47	1
—		49.3	4	—	
44.00	3	44.9	8	—	
—		43.9	3	—	
40.57	3	41.5	8	—	
—		40.4	3	—	
—		28.7	1	—	
15.50	2	16.5	8	15.6	1
—		15.6	3	—	
—		12.5	1	—	
—		04.8	3	—	
3299.86	0	00.9	8	—	
—		71.9	4	—	

1) Schon von Lockyer (49) im Funken gemessen und als enhanced lines bezeichnet.
2) Auch im Bogen oder Funken nachgewiesen; vergleiche Tabelle I.

Sommer [140]		Dunoyer [128]		Exner u. Haschek [86]		Dunoyer [128]		Exner u. Haschek [86]	
3268.31	2	68.8	10	68.31	2	2924.9	1	—	
		67.4	2	—		22.2	2	—	
		66.4	2	—		21.4	4	—	
		56.1	2	—		15.7	3	—	
		51.4	1	—		14.8	3	—	
		35.4	2	—		11.1	1	—	
		28.6	1	—		2896.0	1	—	
		15.2	2	—		95.5	1	—	
		10.8	6	—		94.4	8	—	
		3193.2	1	—		92.4	1	—	
		79.3	3	—		87.1	10	—	
		73.0	4	—		85.0	3	—	
		72.3	1	—		81.7	3	—	
		55.3	1	—		79.9	3	—	
		54.4	3	—		77.4	2	—	
		52.9	6	52.45	1	75.9	2	—	
		51.6	2	—		72.9	2	—	
		49.9	8	49.39	1	68.7	4	—	
		49.2	2	—		66.8	1	—	
		45.8	1	—		65.5	2	—	
		42.0	1	—		62.8	1	—	
		3097.9	2	—		61.2	1	—	
		96.3	1	—		59.4	12	59.39	2
		92.7	1	—		54.6	2	—	
		78.4	1	—		52.5	1	—	
		67.0	15	66.7	1	51.2	7	—	
		61.6	1	—		47.4	1	—	
		60.4	1	—		46.4	1	—	
		58.1	1	—		45.7	10	46.0	1
		55.1	3	—		44.6	1	—	
		51.2	2	—		38.3	8	—	
		32.8	2	—		35.3	1	—	
		31.8	1	—		29.7	1	—	
		30.6	2	—		29.1	1	—	
		29.5	2	—		24.3	2	—	
		28.4	2	—		23.1	3	—	
		03.1	3	—		19.4	1	—	
		01.6	4	—		18.0	1	—	
		2999.7	3	—		17.1	5	16.94	1
		96.6	1	—		15.3	2	—	
		95.6	3	—		10.8	6	10.89	1
		77.3	6	76.90	1	09.9	4	—	
		71.2	2	—		2799.6	2	—	
		69.7	3	—		94.6	2	—	
		66.2	1	—		93.4	1	—	
		65.5	3	—		92.3	3	—	
		63.1	8	—		90.0	2	—	
		42.7	1	—		89.1	1	—	
		41.1	6	—		88.5	5	—	
		38.5	8	—		87.2	3	—	
		31.3	10	31.04	1	84.4	3	—	

Dunoyer [128]		Exner u. Haschek [86]		Dunoyer [128]		Exner u. Haschek [86]		Dunoyer [128]		Exner u. Haschek [86]	
2781.1	3	—		2651.3	3	—		2485.2	10	85.50	1
79.3	1	—		46.6	2	—		77.5	12	77.62	1
76.5	12	—		43.1	4	—		60.3	1	—	
74.6	6	—		40.7	1	—		62.1	1	—	
66.3	1	—		36.3	1	—		59.2	2	—	
64.9	1	—		34.5	1	—		55.7	10	55.89	1
57.6	1	—		30.7	20	30.57	3	27.9	2	27.75	1
55.5	2	—		29.1	2	—		26.6	1	26.4	1
51.5	1	—		16.5	2	—		25.5	1	25.20	2
48.5	3	—		14.9	1	—		2400.2	1	—	
40.8	2	—		10.4	3	10.15	1	2393.0	3	92.92	3
34.8	1	—		09.7	2	09.48	1	79.4	4	79.2	1
34.3	1	—		05.7	3	—		75.9	1	75.8	1
28.1	1	—		04.0	1	—		64.8	1	—	
24.4	1	—		00.6	8	00.36	1	54.5	2	—	
14.3	1	—		2597.2	12	96.93	2	51.9	1	—	
07.1	10	—		91.4	1	—		40.7	4	40.57	1
01.6	10	01.21	1	73.2	8	73.12	1	32.8	3	32.46	3
00.7	8	00.6	1	71.5	1	—		26.5	1	16.95	1
2699.6	2	—		68.8	3	—		17.6	2	—	
92.2	1	—		60.4	4	—		16.5	1	15.7	1
89.9	1	—		54.8	1			2299.7	1	—	
87.0	2	—		51.2	2	—		93.2	1	—	
82.4	2	—		44.0	10	43.96	4	89.0	1	—	
81.5	2	—		38.7	1	—		88.8	1	—	
79.3	3	—		33.5	5	—				86.17	1
77.3	1	—		28.8	1	—		—		85.42	1
72.0	1	—		25.5	15	25.75	1	—		73.84	1
70.2	1	—		11.8	1	—		88.8	1	—	
69.1	1	—		10.8	2	—		77.6	2	—	
59.1	1	—		01.8	1	—		72.0	1	—	
57.4	1	—		2496.6	1	—		—		67.03	2
52.4	5	—		94.7	8	—					

CELTIUM (Ct. = ?).

Literatur.

G. Urbain, Sur un nouvel élément qui accompagne le lutécium et le scandium dans les terres de la gadolinite: le Celtium. C. R. 152 p. 141—143 (1911).

Diese problematische, neue, seltene Erde ist vorläufig nur durch eine Reihe von Bogenlinien charakterisiert, die zum Teil in den Fraktionen sehr stark auftreten. Zwischen λ 245 und λ 370 findet Urbain folgende Linien:

3665.6	mittelstark	2903.9	ziemlich stark	2729.1	stark
3391.5	stark	2885.1	„ „	2685.2	sehr stark
26.0	ziemlich stark	70.2	mittelstark	77.7	mittelstark
3197.9	sehr stark	45.2	stark	2536.9	ziemlich stark
71.4	stark	37.3	ziemlich stark	2481.6	„ „
18.6	sehr stark	34.3	„ „	69.3	mittelstark
3080.7	sehr stark	2765.8	sehr stark	59.4	„
2931.7	mittelstark	37.9	mittelstark		

KUPFER (Cu = 63.57, Z = 29).

Literatur.

[110] O. Neovius, Bih. t. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. 17, 1 Nr. 8 (1891).

[111] A. S. King, The production of spectra by an electrical resistance furnace in hydrogen atmosphere. Astrophys. J. 27 p. 353—362 (1908).

[111a] F. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen. Dissert. Berlin 1909.

[112] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 511—524 (1909).

[113] Bonif. Huber, Einfluß der Selbstinduktion auf die Spektren von Metallen und besonders von Legierungen. Dissert. Freiburg (Schweiz) 1909, 39 pp.

[114] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p. 519—618 (1910).

[115] A. Hagenbach und H. Veillon, Über die Charakteristik des elektrischen Bogens und des Glimmlichtes zwischen Kupferelektroden im partiellen Vakuum. Physik. Zs. 11 p. 833—847 (1910).

[116] H. M. Randall, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 739—746 (1910). Astrophys. J. 34 p. 1—20 (1911).

[117] H. Nagaoka and T. Takamine, A difference in the change of frequency between longitudinal and transversal Zeeman effects. Tôkyô Sûgaku But. Kizi (2) 5 p. 278 bis 284 (1910).

[118] P. Joye, Influence de l'intensité maximum du courant sur le spectre de la décharge oscillante. Ann. chim. et phys. (8) 21 p. 148—197 (1910).

[119] M. Aretz, Über den langwelligen Teil des Kupferfunken- und Kupferbogenspektrums. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 9 p. 256—289 (1910).

[120] F. L. Wagner, Das ultraviolette Funkenspektrum der Luft. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 69—89 (1911).

[121] R. J. Strutt, A chemically active modification of nitrogen produced by the electric discharge. Proc. Roy. Soc. A. 85 p. 219—229 (1911).

[122] B. Dunz, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien. Dissert. Tübingen 1911, 69 pp. Als Buch b. S. Hirzel, Leipzig.

[123] A. Harnack, Vergleichende Untersuchungen über Spektren in der Sauerstoff-Wasserstoff- und in der Chlor-Wasserstoff-Knallgasflamme. Diss. Leipzig 1911; Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 281—346 (1912).

[124] J. Barnes, The spectra of aluminium, copper and magnesium in the arc under reduced pressure. Astrophys. J. 34 p. 159—163 (1911).

[125] A. Hagenbach et H. Hertenstein, Etude spectroscopique de l'aureole de l'arc électrique. Arch. sc. phys. et nat. (4) 31 p. 549—550 (1911).

[126] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.

[127] F. Exner und E. Haschek, Die Spektra der Elemente bei normalem Druck. Leipzig und Wien bei Deuticke, 1911 und 1912. 2. Aufl., Bd. 2 und 3.

[128] W. N. Hartley, On some mineral constituents of a dusty atmosphere. Proc. Roy. Soc. A. 85 p. 271—275 (1911).

[129] J. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of the vapours of some metals and metallic chlorides. Proc. Roy. Dublin Soc. (2) 13 p. 202—218 (1912).

[130] R. J. Strutt and A. Fowler, Spektroscopic investigations in connection with the active modification of nitrogen. II. Proc. Roy. Soc. A. 86 p. 105—117 (1912.)

[131] H. Oellers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspectrum verschiedener Metalle. Zs. wiss. Photogr. **10** p. 374—432 (1912).

[132] H. Hertenstein, Die Spektren der Lichtbogenaureole. Zs. wiss. Photogr. 11 p. 69—87, 119—132 (1912).

[133] Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuum. Ann. d. Phys. (4) **39** p. 225—250 (1912).

[134] G. Morrow, The ultimate lines of the vacuum tube spectra of... Proc. Roy. Dublin Soc. (N. S.) **12** p. 269—287 (1912).

[135] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities... Proc. Roy. Soc. A. **87** p. 38—48 (1912).

[136] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektra. Ann. d. Phys. (4) 39 p. 53—79 (1912).

[137] G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses de divers éléments dans l'étincelle électrique. C. R. **154** p. 872—874 (1912).

[138] H. Konen, Über die Beteiligung der Luft an der Emission des Lichtbogens bei Atmosphärendruck. Festschr. Vers. Naturf. u. Ärzte. Münster Westf. Med. Naturwiss. Ges. Münster p. 28—43 (1912).

[139] O. Lüttig, Das Zeemanphänomen von Cu, Fe, Au usw. im sichtbaren Spektrum. Ann. d. Phys. (4) **38** p. 43—70 (1912).

[140] Th. Lyman, Spark spectra in the Schumann region. Phys. Rev. (1) **34** p. 157 (1912).

[141] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. II. Phil. Trans. A. **212** p. 33—73 (1912).

[142] S. Hamm, Messungen im Bogenspektrum des Nickels. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. **13** p. 105—130 (1913).

[143] Ch. G. Barkla, Charakteristische Röntgenstrahlungen. Verh. d. D. phys. Ges. **15** p. 1273—1277 (1913).

[144] C. Andrade, Note on a method of observing the flame spectra of halogen salts. Proc. Phys. Soc. **25** p. 230—234 (1913).

[145] W. M. Hicks, A critical study of spektral series. Part. III. The atomic weight term etc. Proc. Roy. Soc. A. **89** p. 125—127 (1913).

[146] H. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) **26** p. 1024—1034 (1913). — ib. (6) **27** p. 703—713 (1913).

[147] O. Oldenberg, Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen. Diss. Göttingen 1913. Zs. wiss. Photogr. **13** p. 133—172 (1913).

[148] H. Künemann, Die Verteilung der Emission in dem Bogen zwischen Metallstäben für Wellenlängen unterhalb λ 4000. Zs. wiss. Photogr. **12** p. 65—76, 123—143 (1913).

[149] K. Burns, Das Bogenspektrum des Eisens. Zs. wiss. Photogr. **12** p. 207—235 (1913).

[150] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach dem internationalen System. Wien. Ber. **122** IIa p. 607—633 (1913). Zs. wiss. Photogr. **14** p. 137—148 (1914).

[151] W. Huppers, Neue Messungen der Bogenspektra einiger Metalle unterhalb 3200. Zs. wiss. Photogr. **13** p. 46—88 (1913).

[152] M. de Broglie, Sur les spectres des rayons de Röntgen émis par des antikathodes de cuivre, de fer, d'or. C. R. **158** p. 623—625 (1914). — ib. p. 907—909 (1914).

[153] H. Smith, The spectroscopy of the electric brush discharge in weak acids and solutions. Phil. Mag. (6) **27** p. 801—823 (1914).

[154] H. Rohmann, Die Röntgenspektren einiger Metalle. Phys. Zs. **15** p. 715—717 (1914).

[154a] K. Hasbach, Das Bogen- und Funkenspektrum des Kupfers nach internationalen Normalen. Zs. wiss. Photogr. **13** p. 399—430 (1914).

[155] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogenspektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien. Ber. **124** IIa p. 101—121 (1915).

[156] Ph. E. Robinson, The spectra of cathode metals. Astrophys. J. **42** p. 473—478 (1915).

[157] J. Kramstyk, Über die räumliche Verteilung der Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. Ann. d. Phys. (4) **148** p. 375—409 (1915).

[158] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p 296—341 (1916).

[159] L. Janicki und R. Seeliger, Über die Lichtemission von Metalldämpfen in der Glimmentladung. Ann. d. Phys. (4) 44 p. 1151—1168 (1916).

[160] F. A. Saunders, Notes on certain ultra-violet spectra. Astrophys. J. 43 p. 234 bis 243 (1916).

[161] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 713—728 (1916).

[162] M. Siegbahn und W. Stenström, Über die Hochfrequenzspektra (K-Reihe) der Elemente Cr bis Ge. Phys. Zs. 17 p. 48—51 (1916).

[163] S. Piña de Rubies, Nuevas rayas del cobre y de la plata entre 2300 UA en el espectro de arco en el aire. Anal. Soc. Espan. de Fis. y Quim. 12 p. 215 (1917).

[164] M. A. Catalan, Algunas regularidades en los espectros del cobre y del boro. Anal. Soc. Espan. de Fis. y Quim. 15 p. 432 (1917).

[165] Luis Vegas, Estudios acerca del efecto polar en el arco electrico. Anal. Soc. Espan. de Fis y Quim. 16 p. 450 (1918).

[166] W. Meggers, Wave-length measurements in spectra from 5600 A. to 9600 p. 371 bis 394. Sc. Pap. Bur. of Stand. 312 (1918).

[167] T. Heurlinger, Untersuchungen über die Struktur der Bandenspektren. Diss. Lund 1918.

[168] W. Duane and Kang Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. 14 p. 516—521 (1919).

[169] J. Stark und O. Hardtke, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. Ann. d. Phys. (4) 58 p. 712—722 (1919).

[170] A. S. King, Discussion of some evidence on the origin of radiation in the tube resistance furnace. Astrophys. J. 49 p. 48—58 (1919).

[171] T. Takamine, The Stark effect for metals. Astrophys. J. 50 p. 23—41 (1919).

[172] J. C. McLennan and R. J. Lang, An investigation of extreme ultraviolet spectra with a vacuum-grating spectrograph. Proc. Roy. Soc. A. 95 p. 258—273 (1919).

[173] J. C. McLennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultraviolet. Proc. Roy. Soc. A. 95 p. 316—332 (1919).

[174] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. Phil. Mag. (6) 37 p. 601—612 (1919). Ann. d. Phys. (4) 59 p. 56—72 (1919).

[175] A. Hagenbach et K. Langbein, Détermination de la température aux électrodes de l'arc. Arch. sc. phys. et nat. (5) 1 p. 48—54 (1919).

[176] M. Siegbahn and A. B. Leide, Precision-measurements in the X-ray-spectra. Part. II. Phil. Mag. (6) 38 p. 639—646 (1919). Part. III. Ib. p. 647—651 (1919).

[177] W. M. Hicks, The spectrum of copper. Phil. Mag. (6) 39 p. 457—481 (1920).

[178] G. A. Hemsalech, On the chararacter of the light radiation... Phil. Mag. (6) 40 p. 296—315 (1920).

[179] Jos. Offermann, Das Bogen- und Funkenspektrum des Wismut. Dissert. Bonn 1920. Auszug.

[180] H. Bracchetti, Über die kathodische Herstellung von Metallspiegeln. Diss. Münster 1920. Manuskript.

[181] W. Stensson, Über die Dubletten in der K-Reihe der Röntgenspektren. Zs. f. Physik. 3 p. 60—62 (1920).

[182] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Zs. f. Physik 3 p. 262—284 (1920).

[183] J. C. McLennan, J. F. Young and H. C. Ireton, Arc spectra in vacuo and spark spectra in Helium of various elements. Proc. Roy. Soc. A. 98 p. 95—108 (1920).

[184] F. Frommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. Diss. Tübingen 1920. Manuskr.

[185] Meg Nad Saha, Ionization in the solar chromosphere. Phil. Mag. (6) 40 p. 472—488 (1920).

[186] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle du mercure, du cuivre, du zinc et du thallium dans l'ultraviolet extrême. C. R. 171 p. 909—912 (1920).

[187] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. Journ. de phys. et le Radium (6) 2 p. 229—257 (1921).

[188] A. Dauvillier, Sur la complexité de la série K des éléments légers et son interprétation théorique. C. R. 174 p. 443—445 (1921).

[189] W. Gerlach, Das K_α-Dublett. Phys. Zs. 22 p. 115—120 (1921). Ib. 22 p. 557 bis 558 (1921).

[190] F. Kurth, The extension of the X-ray spectrum to the ultraviolet. Phys. Rev. 18 p. 461—476 (1921).

[191] A. St. Dunstan and B. A. Wooten, A study of arc-cathode spectra. Astrophys. J. 54 p. 65—75 (1921).

[192] C. Ramsauer und F. Wolf, Leuchtdauer der Spektrallinien im erlöschenden Bogen. Ann. d. Phys. (4) 66 p. 373—395 (1921).

[193] B. E. Moore, Excitation stages in open arc light spectra. Part. II. Astrophys. J. 54 p. 246—272 (1921).

[194] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. Zs. für Phys. 1 p. 439—458 (1921). Phil. Mag. (6) 41 p. 675—694 (1921).

[195] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. f. Physik 7 p. 341 bis 350 (1921).

[196] F. von Angerer, Spektroskopische Notizen. Phys. Zs. 22 p. 521—523 (1921).

[197] *R. J. Strutt, Leuchtende, im Lichtbogen erzeugte Dämpfe, mit Anwendungen auf das Studium der Spektralserien und ihres Ursprungs. Le Radium 11 p. 200—204 (1919). Phys. Ber. 3 p. 359 (1922).

[198] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles dans l'eau. C. R. 174 p. 1456 bis 1457 (1922).

[199] V. Dolejšek, Sur les lignes K_α des éléments légers. C. R. 174 p. 441—442 (1922).

[200] A. Hörnle, Über Zentren und räumliche Verteilung der Lichtemission der Metalle besonders im elektrischen Bogen. Jahrb. Radioact. 18 p. 297—326 (1921—1922).

[201] A. Fowler, Report on series spectra. London 1922.

[202] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. Naturwiss. 10 p. 369—381 (1922).

[203] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioact. 18 p. 240—292 (1922).

[204] H. N. Russel, The theory of ionization and the sun-spot spectrum. Astrophys. J. 55 p. 119—144 (1922). Mt Wilson Contrib. 225.

[205] W. M. Hicks, A treatise on the analysis of spectra. Cambridge 1922; 326 pp.

[206] M. Siegbahn u. V. Dolejšek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. Zs. f. Physik 10 p. 159—168 (1922).

[207] W. Vogel, Messungen im Röntgengebiet. Diss. Bonn 1922. (Manuskript.)

[208] A. Weber, Normalenbestimmungen im Röntgengebiet. Diss. Bonn 1922 (Manuskr).

[209] F. Paschen u. R. Götze, Seriengesetze der Linienspektren, 154 pp. Berlin 1922. (Zusatz bei Korrektur.)

Die neuen Messungen im Spektrum des Kupfers sind sehr zahlreich: Randall (116) beginnt mit 1.8μ, auch Lehmann (136), Meissner (161), Eder (155) und Meggers (166) haben rote und ultrarote Linien bestimmt. Dann folgen die Arbeiten über das gesamte Spektrum von Hasbach (154a), der Bogen und Funken untersucht hat, von Exner und Haschek (127), die eine volle Neumessung beider Spektra geliefert haben, von Eder und Valenta (114), die den langwelligen Teil des Bogens, von Aretz (119), der dasselbe Stück in Bogen und Funken gemessen hat; dazu kommt dann für den kurzwelligen Teil des Bogens Huppers (151) und McLennan (183), für den Funken Wagner (120) und Eder (150), Piña de Rubies (163), McLennan (172, 173, 183) sowie Bloch (186, 187, 198). Man sehe auch Lyman (140). Alle diese Angaben

sind in der folgenden Tabelle vereinigt, wobei wieder Eder und Valenta, sowie Exner und Haschek auf internationales Maß reduziert sind. Bei Hasbachs Funken habe ich einige Linien fortgelassen, die offenbar Luftlinien sind. Linien des Kupfers sind ferner sehr vielfach in Bonner Dissertationen als Verunreinigungen in anderen Spektren gemessen worden, und da die Linien dann meist schärfer sind als in dem Spektrum des Metalles selbst, führe ich solche Messungen, wenn wenigstens zwei vorhanden sind, in Anmerkungen an. Besonders zahlreiche Linien sind von Hamm (142) und von Offermann (179) gegeben. Burns (149) hat im Eisenspektrum 3 Linien des Kupfers.

		Randall (116)	Lehmann (136)	Meissner (161)	Eder (155)	Eder u. Valenta Bogen (114)	Aretz Bogen (119)	Meggers Bogen (166)	
3𝔇$_1$—4 ⌐𝔓	18229	5							B
3𝔇$_2$—4 ⌐𝔓	194	7							B
3𝔓$_1$—4 𝔇$_2$	16653	4							C
2.5 𝔖—3 𝔓$_1$	008	5							C
	13274	—	1						
	12811	—	4 1						
	8683	—	—					17 1	
	273	—	—					45 1	
	42	—	—					27 1	
	23	—	—					13 1	
	16	—	—					22 1	
	8187	—	—					90 1	
	78	—	—					96 2	
2𝔓$_1$—2.5 𝔖	8093	4	6.4 4	2.78	2.79 10	3. 2		2.74 10	II N
	17	—	—	—	—	—		78 2	
	06	—	—	—	—	—		27 2	
2𝔓$_2$—2.5 𝔖	7934	0	8.6 4	3.24	3.25 10	3. 2		3.20 10	II N
	20					0. 1v		—	
	7848					—		55 1	
	7570					—		09 5	
	7427					—		26 1	
	7193					—		56 2u	
	54					—		29 1	
	24					—		66 1	
	7089					—		34 3	
	00					—		02 1u	
	6986					—		86 1	
	35					—		30 2u	
	20					—	287 1	09 4u	
	06					6.00 2	5.937 3u	5.90 6	
	6890					0. 1v	—	90 2	
	89					—	—	92 2	
	81					—	—	94 2	
	40					—	—	99 1u	
	35					—	—	46 1	
	21					—	—	86 1u	
	6781					—	896 0u	—	
	75					—	—	64 2u	
	49					9. 1v	—	29 2u	

	Eder u. Valenta Bogen [114]	Aretz Bogen [118]	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Meggers Bogen [166]
6741	55 3	418 6	6 1	4 1u	42 7
6672	25 2	234 5u	—	2 1u	23 3
29	—	730 1u	—	—	67 1
21	67 3	623 1u	64 1	59 1	61 4
6599	—	681 5	—	—	—
83	—	542 2	—	—	—
65	60 1	555 2	—	—	54 3u
50	—	977 3u	—	—	98 1
44	—	427 2u	—	—	51 1u
31	—	437 1	—	—	—
06	—	142 2u	—	—	—
04	—	051 0	—	—	—
6485	31 1	142 5u	19 1	15 1	18 2
74	23 3	176 5u	26 1	2 1u	20 3
56	—	672 1u	—	—	—
52	—	287 0	—	—	—
27	66 1	564 2u	—	—	57 1
15	—	155 1u	—	—	18 1
08	—	847 1	—	—	
04	—	050 1u	—	—	
01	—	427 1u	—	—	
00	—	591 1	—	—	
6358	—	093 2u	—	—	
25	54 1	450 4	4 1u	4 1u	
6296	—	599 2	—	—	
94	—	004 2	—	—	
92	—	863 2	—	—	
85	—	125 2	—	—	
74	—	624 2	—	—	
68	42 2	295 6u	21 1	30 1u	
58	—	871 2u	—	2.6 1u	
51	—	316 3	—	—	
43	—	125 4	—	—	
33	—	793 1u	—	—	
30	—	784 2	—	—	
23	81 1	655 3u	66 1	—	
20	—	943 2u	—	—	
16	—	379 2	—	—	
13	—	785 1u	—	—	
6199	—	195 1	—	—	
64	45 1	—	—	—	
57	—	577 2	—	—	
57	—	371 1	—	—	
51	59 1	576 2u	—	—	
50	—	135 1	—	—	
48	—	190 3	—	—	
47	—	310 4u	—	—	
46	—	834 3u	—	—	
35	—	585 2	—	—	
27	—	729 2u	—	—	

		Eder u. Valenta Bogen [114]	Aretz Bogen [119]	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Aretz Funke [119]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	
	6119	—	545 4	—	—				
	90	—	226 5	—	—				
	6064	—	686 1 u	—	—				
	62	—	726 1 u	—	—				
	61	—	240 2 u	—	—				
	60	—	860 2 u	—	—				
	52	—	777 1	—	—				
	48	—	433 1 u	—	—				
	45	—	846 2 u	—	—				
	45	—	085 2 u	—	—				
	39	—	798 2	—	—				
	32	—	326 2 u	—	—				
	5966	—	594 2 u	—	—				
	5857	03 1	—	—	—				
	51	29 1	—	—	—				
X — 2 $\mathfrak{P}_2$	5782	08 8	127 6 u	10 50	158 8	131 6	14 10 r	157 10	C
	82	34 8	364 1	80 1	86 1 u	—	33 1	87 1 u	
	27	—	068 1	—	—	—	—	—	
	21	—	—	—	—	—	78 1	—	
	10	—	—	—	—	—	68 1	—	1)
X — 2 $\mathfrak{P}_1$	00	17 8	247 5	23 30	249 6	248 4	27 8	251 8	C
	5698	—	499 0	—	—	—	—	—	
	52	—	—	—	—	—	.0 1 u	—	
	34	—	—	—	—	—	.8 1 u	—	
	31	—	—	65 1	—	342? 1	—	—	
	08	—	—	—	—	—	.9 1 u	—	
	5574	—	—	—	—	—	.0 1 u	—	
	54	5.00 3	977 0	91 2	94 8	—	94 1	—	
	43	—	—	—	—	—	.4 1 u	—	
	39	—	—	—	—	—	.9 1 u	—	
	35	82 4 v	785 0 u	8 2 u	78 3 u	—	7 2	—	
	5478	—	—	—	—	—	1 1	—	
	62	97 2	—	—	—	—	8.23 1	—	
	32		071 0 u	1 2 u	05 2 u	—	2 1 u	—	
	19		—	—	—	—	—	98 1 u	
	08		—	3 1 u	46 1 u	—	6 1 u	—	
	03		—	—	03 1 u	—	—	—	
	5398		—	—	69 1	—	—	—	
	91		629 1	64 2 u	67 2 u	—	65 2 r	—	
	60		099 1	04 1	045 1	—	11 1	—	
	55		—	.0 1 u	0 1 u	—	1 1 u	—	
	52		—	71 1	68 2	—	78 1	68 1 u	
	22		—	48 1	—	—	—	—	
	5295		—	—	574 1	—	—	—	
	92		553 4	46 8 r	589 4	550 2	59 6 r	539 2	
	60		—	0 1	—	—	—	—	
	50		511 0 u	5 1 u	—	—	6 1 u	—	
2 $\mathfrak{P}_1$ — 3 $\mathfrak{D}_2$	20		083 4	05 20	041 6	083 4	05 8	044 3	IN

1) Ist wohl eine Linie der Luft.

		Aretz Bogen [119]	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Aretz Funke [119]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]		
$2\,\mathfrak{P}_1 - 3\,\mathfrak{D}_1$	5218	204 6v	23 200	170 10	203 6	18 200v	173 8v	IN	
	12	889 1u	—	—	—	—	—		
	00	954 2u	9 1u	87 1u	—	1.03 2	—		
	5188	—	79 1	—	—	—	—		
	75	—	—	—	366 1u	—	—		
$2\,\mathfrak{P}_2 - 3\,\mathfrak{D}_2$	53	261 6	28 100	226 8u	266 4	26 100v	228 6v	IN	
	44	106 3	1 1u	12 1u	098 1	.2 1	—		
	43	—	16 1	—	—	—	—		
	24	—	—	—	—	5 1u	—		
	11	940 2	95 1	945 2	942 0	98 1	—		
	05	582 5	62 50	551 8u	578 4	56 20	551 4		1)
	5093	—	08 2	—	—	—	—		
	89	—	—	—	—	3 1u	—		
	76	288 2u	2 1u	2 3u	280 1u	27 2	—		
	73	—	—	—	427 1	—	—		
	66	—	—	—	—	8 1u	—		
	52	—	—	—	485 1u	7 1u	—		
	34	325 2u	3 1u	3 2u	—	37 1u	—		
	22		—	—	770 0	—	—		
	16		63 2	634 3	609 2u	.64 2	—		
	13		—	—	—	.3 1u	—		
	11		—	—	721 0	—	—		
	4991		40 1	—	—	—	—		
	86		—	—	—	3 1u	—		
	84		14 2	—	—	—	—		
	76		20 1	—	—	—	—		
	74		—	—	—	5 1u	—		
	66		72 1	—	—	—	—		
	66		46 1	—	—	—	—		
	54		—	—	830 2u	7 2u	—		
	32		—	—	659 3u	4 2u	—		
	19		—	—	—	1 1u	—		
	10		—	—	825 2u	3 2u	—		
	4890		—	—	705 1	—	—		
	89		—	—	615 1	—	—		
	83		24 1	—	—	—	—		
	71		—	—	489 1u	3 1	—		
	66		2 1u	4 3u	695 1U	6 1u	—		
	58		94 2	—	—	—	—		
	56		—	—	847 0U	3 1u	—		
	51		—	—	—	8 1u	—		
	48		37 1	—	—	—	—		
	42		—	.2 1u	—	3 1u	—		
	32		—	—	307 1	24 1	—		
	18		—	—	—	.8 1u	—		
	4797		07 1	042 2	6.862 1	12 1	—		
	94		1 1u	0 2u	3.800 3u	—	—		
	81		—	—	180 1	—	—		

1) Burns [149] gibt 5105,547, Dhein: .547, Offermann [179] .542.

		Exner u. Haschek Bogen [127]		Hasbach Bogen [154 a]		Aretz Funke [119]		Exner u. Haschek Funke [127]		Hasbach Funke [154 a]		Wagner Funke [120]		
	4776	2	1 u	2	1 u	—		—		—				
	67	3	1 u	5	2 u	473	0 u	3	1 u	—				
	64	—		—		779	2 u	—		—				
	58	64	8	—		578	2 u	42	2	—				
	04	—		598	6	633	4	61	2	601	2			1)
	02	—		—		921	3 u	—		—				
	4697	47	2 u	490	4 u			57	1 u	—				
	74	77	4	76	6 u			82	3	—				
	67	—		—				2	1	27	1 u			
	51	21	20	180	8			20	10 r	134	6 r			
	42	6	1 u	6	2 u			—		—				
	4586	99	20	6.97	6 u			0	20	04	2 u			
	39	7	3 u	70	4 u			7	5	7	1U			
$2\,\mathfrak{P}_1 - 3.5\,\mathfrak{S}$	30	83	15	848	6 r			85	2	841	2		II N	
	18	23	1	20	1 u			—		—				
	09	40	8	886	4			86	3 r	891	2			
	07	4	2 u	5	1 u			—		61	1 u			
	05	—		—				99	2	6.02	1 u			
	00	—		87	1 u			—		—				
$2\,\mathfrak{P}_2 - 3.5\,\mathfrak{S}$	4480	43	10	876	6 r			44	2	88	1		II N	2)
	15	5	2 u	60	3 u			5	2	4.93	2 u			
	4397	.0	1 u	—				—		—				
	78	13	20	2	6 u			17	20	2	2 u			
	54	6	1 u	—				—		—				
	36	0	1 u	—				—		—				
	28	7	1 u	—				—		—				
	4275	18	20	181	6			14	20 r	182	4 r			3)
	67	2	1 u	485	1 u			—		—				
	59	41	2 u	48	2 u			49	2	—				
	53	34	1 u	—				—		—				
	48	96	8	969	4			99	5 r	968	1			4)
	42	24	2	26	1 u			—		—				
	31	0	1 u	—				—		—				
	28	—		8	1 u			—		—				
	27	—		—				94	2	93	1			
	15	—		526	1			—		—				
	4177	68	10	758	4 u			8	2	—		78		
	23	25	2	27	2 u			35	2	—		—		
	21	—		7	1 u			—		—		—		
	04	22	3	288	2			—		—		—		
	4080	55	2	584	1 u			5	1	—		54		
	77	—		724	1			—		—		—		
	75	60	2	592	3			—		—		—		
	73	27	1	—				—		—		—		
$2\,\mathfrak{P}_1 - 4\,\mathfrak{D}_2$	63	45	10	296	4 u			—		—		29	I N	

1) Offermann [179] gibt 4704.605, Hamm [142]: .597.
2) Offermann [179] gibt 4480.885, Hamm [142]: .878.
3) Krebs gibt 4275.120, Belke: .127, Hamm [142]: .132, Josewski: .136.
4) Vahle gibt 4248.969, Krebs: .969, Offermann [179]: .958.

		Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]		
$2\mathfrak{P}_1 - 4\,\mathfrak{D}_1$	4062	76 100	694 6u	72 10	700 2r	65	I N	
$2\mathfrak{P}_2 - 4\,\lrcorner\mathfrak{P}$	56	4 2R	7 2Rv	—	—	—	C	
	50	64 2	656 1	—	—	—		
	43	—	—	47 4	500 2	45		
	40	—	—	—	.— 2U	—		
	35	—	—	—	.— 1U	—		
$2\mathfrak{P}_2 - 4\,\mathfrak{D}_2$	22	78 100	667 6u	70 20r	701 2	63	I N	
$2\mathfrak{P}_1 - 4\,\lrcorner\mathfrak{P}$	15	6 1u	8 1u	—	—	—	C	
	10	85 1	—	—	—	—		
	03	08 2	088 2	05 1	—	—		
	3982	—	—	—	4 1u	—		
	65	6 1u	—	—	—	—		
	64	15 1	—	—	—	—		
	46	88 1	—	—	—	—		
	35	—	64 1u	—	—	—		
	33	00 1	—	—	—	—		
	25	25 2	274 1	—	—	—		
	21	25 2	274 1u	—	—	—		
	3899	1 1u	—	—	—	—		
	81	71 1	—	—	—	—		
	62	75 1	—	—	—	—		
$2\mathfrak{P}_1 - 4.5\,\mathfrak{S}$	61	70 3	755 3u	—	—	85	II N	1)
	60	46 3	467 3	50 1	—	41		
	39	—	—	—	—	08		
$2\mathfrak{P}_2 - 4.5\,\mathfrak{S}$	25	05 2	050 3	—	—	—	II N	
	20	88 2	879 2	—	—	—		
	17	50 1	—	—	4 2u	—		
	13	50 2	54 1	—	—	—		
	11	92 1	—	—	—	—		
	09	—	—	60 1	—	—		2)
	09	—	—	15 1	—	—		
	05	25 3	30 2u	—	—	23		
	03	4 1u	—	—	—	—		
	00	46 2	499 2	45 1	—	48		
	3799	87 1	88 1	—	—	—		
	91	—	—	0 1	—	—		2)
	80	05 1	—	—	—	—		
	77	—	—	0 1	—	—		2)
	71	87 3	902 2	87 1	—	89		
	64	82 1	—	—	—	—		
	59	46 2	495 2	4 1	635 2u	50		
	52	—	—	3 1	—	—		
	41	24 4	247 3	25 1	—	—		
	34	20 2	23 2	13 1	339 3	16		
	21	68 1	70 1u	—	—	—		
	20	75 2	770 2	—	—	—		3)

1) **Vahle gibt 3861.758, Josewski: .750.**
2) **Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.**
3) **Vahle gibt 3720.761, Josewski: .770.**

		Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]		
	3711	97 2	2.000 1	—	—	—		
	00	54 6	532 2	50 1	—	59		
	3699	09 1	1 1u	—	—	—		
$2\mathfrak{P}_1 - 5\mathfrak{D}_2$	87	5 2u	5 3u	—	—	67	I N	
	86	—	—	54 3	57 2	52		
	85	— 1u	925 1	—	—	—		
	84	60 2	671 2	6 1	—	66		1)
	76	82 2u	87 1u	8 1	—	89		
	71	94 2	969 2	95 1	—	97		
	65	72 2	740 2	74 1	—	73		
	59	34 2	858 2	3 1	—	40		
	56	75 1	787 1u	—	—	—		
	55	85 2	865 2	85 1	—	80		
$2\mathfrak{P}_2 - 5\mathfrak{D}_2$	54	3 2u	3 2u	—	—	28	I N	
$2\mathfrak{P}_2 - 5\,\Delta\mathfrak{P}$	52	3 2u	40 1u	—	—	—	C	
	50	86 1	864 1	—	—	—		
	48	39 2	385 2	35 1	—	42		
	45	22 3	236 2	1 1	—	17		
	41	70 3	698 2	67 1	—	68		2)
	35	90 3	923 3	90 2	—	89		3)
	32	55 2	56 1	—	—	64		
	29	76 2	794 1	—	—	—		
	27	81 3	83 2u	2 2	—	23		
	24	20 5r	236 2u	2 1	—	28		
	21	23 10	248 3	1 2	—	21		
	20	35 3	346 2	45 1	—	34		
	14	20 3	216 2	15 1	—	21		
	13	74 5	755 3	75 2	—	73		
	10	78 3	806 2	—	—	78		
	09	28 2	800 2	—	—	—		
	02	04 10	033 6	02 3	041 2	—		4)
$2\mathfrak{P}_1 - 5.5\,\mathfrak{S}$	3599	13 10	135 6	12 3	135 2	09	II N	5)
	98	03 2	01 2u	—	—	—		
	94	02 2	025 2	—	—	—		
	66	13 1	14 1u	—	—	—		
	46	41 2	45 1u	—	—	45		
	44	93 3	966 2	3 1	—	97		
	38	74 10	744 4u	73 2	74 1u	69		
	30	91 1	—	—	—	—		
	30	39 10	388 6	38 3	388 2	35		6)
	27	46 6	487 4	45 1	49 1	45		7)
	24	21 6	240 4	24 3	236 2	16		

1) Vahle gibt 3684.669, Josewski: .673.
2) Josewski gibt 3641.676, Krebs: .676.
3) Josewsky gibt 3635.916, Krebs: .918, Offermann [179] .916.
4) Vahle gibt 3602.037, Josewski: .045, Offermann [179]: .035.
5) Vahle gibt 3599.133, Josewsky: .139, Krebs: 135, Offermann [179]: .140.
6) Vahle gibt 3530.387, Klein: 379, Hamm [142] 390, Krebs: 380, Offermann [179]: .385.
7) Offermann [179] gibt 3527.483, Josewski: .494.

		Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]	
	3521	—	—	—	—	—	
	20	00 4	032 4	19.98 2	031 1	19.94	
	17	01 2	029 2	0 1	—	—	
$2\mathfrak{P}_1 - 6 \smile \mathfrak{P}$	12	11 8	122 4u	10 5	12 1u	05	C
	10	31 1	—	—	—	—	
	07	38 1	—	—	—	—	
	01	52 1	—	—	—	—	
	01	31 1	—	—	—	—	
	00	27 2	314 2	—	—	31	
	3498	04 3	063 2	—	—	7.97	
	91	94 1	—	—	—	—	
	88	78 2	846 2	83 1	—	74	
	87	58 2	565 2u	55 1	—	—	
	83	75 8	760 4	75 5	763 2	74	
	81	9 1u	—	—	—	—	
	75	97 8	998 4	98 3	6.001 2	98	
	74	55 1	574 1	—	—	—	
	72	12 3	136 3	10 1	—	11	
	65	40 2	4 2u	5 1u	—	—	
	63	5 1u	5 1u	—	—	—	
	59	38 2	424 1	—	—	—	
	57	82 6	856 3	84 2	86 1u	85	1)
	54	74 8	70 4u	74 5	70 2u	68	
	50	32 10	335 6	35 8	331 2u	34	
	42	—	243 1	—	—	—	
	40	—	52 3	—	—	—	
	37	78 1	—	—	—	—	
	36	—	53 1u	—	—	—	
	36	01 1	—	—	—	—	
	33	98 1	—	—	—	—	
	22	2 2u	—	1 1u	—	31	
	20	14 1	16 1u	16 1	—	—	
	15	76 3	83 2u	8 3	51 1u	91	
	14	—	77 1	—	—	—	
	13	33 2	34 2	—	29 1u	34	
	04	66 4	66 2u	7 2	—	67	
	02	25 6	222 3	3 2u	22 1	21	
	3396	35 2	324 1	33 1	—	—	
	95	47 2	473 2	45 1	—	46	
	92	03 1	01 1u	—	—	1.99	
	88	1 1u	—	—	—	—	
	84	82 2	815 2u	—	—	—	
	82	—	899 3	—	—	—	
	81	43 4	425 3	40 1	43 1	40	2)
	81	14 3	13 2u	2 1u	—	—	
	80	89 1	—	—	—	—	
	79	69 1	—	—	—	—	

1) Klein gibt 3457.850, Krebs: .850, Offermann [179] .848.
2) Offermann [179] gibt 3381.428, Josewski: .429.

		Exner u. Haschek Bogen [127]		Hasbach Bogen [154a]		Exner u. Haschek Funke [127]		Hasbach Funke [154a]		Wagner Funke [120]	
	3375	67	2	671	2	67	1	—		—	
	65	37	10	353	4 r	37	3	356	2 u	36	
	61	96	1	—		—		—		—	
	58	76	1	—		—		—		—	
	58	31	1	—		—		—		—	
	54	47	5	475	2 u	49	1	—		41	
	51	23	1	—		—		—		—	
	49	26	6	287	4 u	26	3	287	1 u	—	
	41	16	1	184	1	—		—		—	
	37	81	10	850	6	83	8	852	2	82	1)
	35	23	4	235	3	22	2 u	234	1	16	
	29	62	4	638	4	59	2 u	634	1 u	—	
	29	—		—		—		07	1 u	—	
	19	67	5	691	4	64	2	689	1	65	
	17	20	6	225	4	16	3	224	2	16	
	15	—		399	1	—		—		—	
	11	—		00	1 u	—		—		—	
	07	95	20	952	8	93	10	956	4	92	2)
	3298	94	4	903	3R	91	2	911	3R	—	
	92	36	2	392	2	—		—		—	
	90	58	20	549	4	58	8	545	3	52	3)
	82	69	5	716	4	66	3	715	3 u	69	
	79	80	8	823	3	78	3	822	3	79	
	77	81	2	811	2	28	1	31	1 u	26	
$1.5\,\mathfrak{S} - 2\,\mathfrak{P}_2$	73	95	1000 R	967	10R	94	30	965	8R	96 R	4)
	68	24	3	278	3	26	2	279	1	24	
	66	02	3	014	3	01	2	015	1	00	
	52	—		22	2	26	1	228	1	35	
$1.5\,\mathfrak{S} - 2\,\mathfrak{P}_1$	47	55	1000 R	550	10R	58	30	549	10R	57 R	5)
	43	15	8	160	4 u	14	5 u	151	3 u	14	
	39	—		16	1 u	—		—		—	
	35	71	5	712	4	67	3	711	2	69	
	33	91	1	89	2	—		—		99	
	31	16	5	17	4	12	3	167	2	0 90	6)
	26	56	3	60	2 u	58	1	—		65	
	24	67	3	658	3	62	2	656	1	64	
	23	43	3	424	3 u	37	2	445	2 u	39	
	23	—		044	1 u	—		—		—	
	18	—		23	1 u	—		—		—	
	17	—		64	1 u	—		—		—	
	11	39	2	44	2 u	—		—		45	

1) Krebs gibt 3337.840, Hamm [142]: .848, Offermann [179]: .851.
2) Offermann [179] gibt 3307.950, Hamm: .950.
3) Offermann [179] gibt 3290.546, Hamm: .546.
4) Burns [149] gibt 3273.965, Krebs: 960, Hamm [142]: 967, Hampe 969, Dhein: .964, Offermann [179] .964.
5) Burns [149] gibt 3247.554, Vahle: .550, Dhein: .552, Josewski: .545, Klein: .540, Hamm: .552, Offermann [179]: .550.
6) Offermann [179] gibt 3231.175, Josewsky: .182.

	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Huppers Bogen [151]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]	
3209	—	47 1u		—	—	—	
08	17 8	236 4	17 3	19 2	235 2	22	
02	—	—	—	—	—	623	
3194	09 10	103 6	10 5	09 3	102 3	07	1)
78	21 1	—	—	—	—	—	
75	9 2u	73 3u	—	—	—	85	
71	—	658 1u	—	—	—	—	
70	—	—	—	6 2u	—	—	
69	67 8	690 4u	62 2	64 2	677 2	64	
60	05 2	047 2	—	—	—	—	
56	60 3	623 3	56 2	64 1	—	—	
51	65 1	61 1u	—	—	—	—	
49	50 2	501 2	—	—	—	—	
46	82 10	821 4u	87 3	82 2	82 1u	83	
42	42 10	434 6	43 3	43 2	43 2	41	
40	31 8	318 4	32 2	37 2	34 1	30	
37	8 1u	—	—	—	—	—	
31	32 1	—	—	—	—	—	
28	67 10	692 4	62 2	67 2	693 1	68	
26	12 15	106 6	09 3	09 3	111 3	10	
22	—	—	38 1	—	—	—	
20	46 3	452 2u	—	—	—	37	
18	33 1	355 1	—	—	—	—	
16	32 15	345 4u	30 1	33 2	35 1u	39	
13	47Co? 2	468 2	—	—	—	47	
08	58 20	603 6r	60 3	63 6	605 3r	59	
06	—	—	—	—	47 2	—	
3099	93 10	922 4	89 2	92 5	92 2u	92	
94	00 10	3.993 6	03 2	3.99 2	3.993 1	3.99	
88	10 4	121 3	—	08 1	—	16	
82	—	—	00 1	—	—	—	
80	20 1	—	—	—	—	—	
78	81 1	—	20 1	—	—	—	
73	82 8	803 4	82 3	83 2	806 1	80	
72	08 1	—	—	—	—	—	
70	78 1u	—	68 1u	—	—	—	
68	89 1	912 2	—	—	—	—	
63	42 10	416 6	41 5	43 3	418 2	40	
57	—	65 1	58 2	—	—	—	
53	89 1	—	—	—	—	—	
52	52 1	—	—	—	—	—	
44	05 2	032 2	05 3	—	—	—	
39	48 1	—	—	—	—	—	
39	08 1	—	—	—	—	—	
37	09 1	—	—	—	—	—	
36	10 10	105 6	09 5	08 2	107 2	10	2)
30	26 2	25 2u	11 1	—	—	—	

1) Offermann [179] gibt 3194.106, Josewsky: .108.
2) Offermann [179] gibt 3036.107, Hamm: 103.

	Exner u. Haschek Bogen [127]		Hasbach Bogen [154 a]		Huppers Bogen [151]		Exner u. Haschek Funke [127]		Hasbach Funke [154 a]		Wagner Funke [190]	
8027	—		—		47	1	—		—		—	
24	99	3	993	2	5.01	1	—		—		837	
22	60	4	608	3	58	2	59	1	—		73	
21	60	5	56	3r	56	1u	58	1	—		64	
14	85	2	84	2u	—		—		—		—	
13	82	1	847	1	—		83	3	—		—	
12	—		02	3u	1.08	2u	—		—		—	
10	87	10	840	5	90	4	—		841	1	90	1)
2998	38	2	384	2	—		—		—		—	
97	38	10	388	4	38	5	38	3	385	1	42	
91	78	1	76	1u	78	2	—		—		—	
85	98	1	88	1u	—		—		—		—	
82	81	1	77	1u	—		—		—		—	
82	16	1	—		—		—		—		—	
79	40	3	38	2u	42	1u	38	1	—		43	
78	29	3	293	2u	27	1u	29	1u	—		25	
74	71	1	—		—		—		—		—	
61	19	20	177	6	19	10	18	4	177	4	22	2)
51	24	2	3	1u	—		—		—		26	
45	—		—		41	1u	—		—		—	
38	88	1	—		—		—		—		—	
25	44	1	—		—		—		—		—	
24	89	1	90	1u	—		—		—		—	
23	72	2	714	2u	—		—		—		—	
23	27	1	—		—		—		—		—	
22	87	1	—		8.08	1u	—		—		—	
11	24	1	21	1u	—		—		—		—	
2891	69	2	642	1	66	2R	—		—		—	
90	89	2	85	2u	97	2u	—		—		—	
85	82	1	—		—		—		—		—	
84	—		—		—		37	2	376	1u	44	
82	99	8	987	4	8.00	4	94	2	986	2	99	
77	—		—		78	2	86	3	89	2u	99	
75	69	1	—		—		—		—		—	
74	59	1	—		48	2R	—		—		—	
66	19	1	—		—		—		—		—	
58	75	3	737	2	86	2	—		—		—	
58	29	3	233	1	—		3	1u	—		—	
57	—		—		—		9	1u	—		—	3)
46	49	1	—		—		—		—		—	
37	62	1	—		—		57	3	56	2u	62	
24	39	20	375	3	42	6	38	4	373	4	43	
12	—		—		—		19	1	—		—	
05	69	1	—		—		—		—		—	
03	64	1	—		—		—		—		—	
02	66	1	—		—		—		73	1	—	

1) Offermann [179] gibt 3010.845, Hamm: .842.
2) Offermann [179] gibt 2961.186, Hamm: .180, Krebs: .158 (wohl Druckfehler für: .185).
3) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.

		Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Huppers Bogen [151]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]		
	2791	95 1	—	—	—	—	—		
	86	52 1	—	—	—	—	—		
	83	57 2	55 2u	66 1	—	—	—		
	82	63 2	61 2u	—	—	—	—		
	69	—	71 1u	83 2	85 10	848 4u	88		
	69	25 1	14 1	—	—	—	—		
X — 3 P_2	68	84 2	889 3	—	—	—	—	O	
X — 3 P_1	66	41 50	888 8	88 6	43 2	886 2	41	O	1)
	63	79 2	705 1R	64 1	—	—	—		
	51	8 1u	8 1u	—	—	—	63		
	51	25 2	27 2u	33 2	—	—	—		
	45	43 1	43 1u	43 1	42 2	43 1u	43		
	39	—	—	—	9 1	—	—		2)
	37	—	—	—	5 1	—	48		2)
	32	—	—	17 1	—	—	—		
	29	—	—	40 1	—	—	—		
X — 3 D_1	28	93 2	954 2	4 04 2	—	—	—	O	
	21	—	—	62 1u	83Ag?2	84 1u	87		
	20	—	—	48 1u	—	—	—		
	20	18 1	21 1u	—	—	—	—		
	18	—	—	96 7	92 6	958 3u	9.00		
	15	50 2	52 1u	52 1	—	—	—		
	13	51 1	541 1	70 2	66 8	664 4u	70		
	08	20 1	24 1u	38 1	32 5	348 3u	40		
	02	60 1u	—	—	—	—	—		
	01	00 1	01 1u	11 1	11 8	121 4u	19		
	2695	—	—	85 1	—	—	—		
	89	—	—	40 3	46 8	46 4u	55		
	76	45 1	—	—	—	—	—		
	72	05 1u	—	—	—	—	—		
	71	20 1	—	—	—	—	—		
	66	—	—	—	42 3	44 2u	52		
	51	70 1	—	—	—	—	—		
	49	80 1	84 1u	—	—	—	—		
	45	81 1	81 1u	—	—	—	—		
	43	—	—	—	90 1	93 1	82		
	41	—	—	—	55 1	—	—		
	40	—	—	—	—	—	—		
	38	—	—	33 1	—	—	—		
	35	40 2	—	—	—	—	—		
	34	—	91 2u	99 2	—	—	—		
	32	—	—	42 1	—	—	—		
	30	00 2	002 2	04 2	—	—	—		
	27	39 2	37 1	43 1u	—	—	—		
	26	6 1u	—	—	—	—	—		
	20	—	—	—	78 1	—	—		
	18	37 50R	381 10r	39 10R	41 3r	381 3	43		

1) Krebs gibt 2766.888, Hamm [142]: .891, Offermann [179]: .898.
2) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.

	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Huppers Bogen [151]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]	
2609	—	—		30 2	31 2	48	
00	—	—	37 1	40 5	430 3 u	49	
2598	—	—	86 1	94 3	86 2 u	9.05	
97	—	—	00 1 u	—	—	—	
90	—	—	66 1	66 3	68 2 u	77	
79	31 1 u	22 1 u	—	—	—	—	
75	—	—	—	—	2 1 u	—	
73	—	—	—	41 1	46 1 u	—	
71	—	—	—	90 1	91 1 u	98	
69	80 1 u	—	—	—	—	—	
66	—	—	—	41 1	46 1 u	—	
54	—	—	—	—	4 1 u	—	
53	—	—	26 2	24 1	21 1 u	—	
50	—	—	—	—	44 1 u	—	1)
46	—	—	77 1 u	—	—	—	
44	—	85 2 u	91 2	93 20	957 4	96	
38	—	—	—	7 1	78 1 u	95	
35	—	—	—	3 Ag? 1	39 1 u	60?	
33	—	—	—	—	75 1 u	—	
32	—	—	—	86 1 u	90 1 u	—	
32	—	—	—	1 1 u	11 1 u	—	
29	—	—	40 2	41 8	48 3 u	46	
26	—	—	50 1	70 4	731 2 u	74	
25	—	—	—	0 1 u	04 1 u	—	
23	—	—	—	16 1 u	20 1 u	—	
22	—	—	—	86 1	801 1	49	
21	—	—	—	06 1 u	07 1 u	—	
18	—	—	—	9 1 u	93 1 u	—	
18	—	—	—	46 1 u	43 1 u	—	
16	—	—	—	96 1 u	94 1 u	—	
16	—	—	—	4 1 u	46 1 u	—	
13	—	—	—	—	07 1 u	—	
11	—	—	—	41 1	89 1 u	—	
08	—	—	—	6 1	6 1 u	64	
06	31 1	31 1	34 1	42 10 r	42 3 u	44	
05	—	—	—	—	62 1 R	—	
04	—	—	—	—	70 1 u	—	
03	—	—	—	—	10 1 u	—	1)
00	—	—	—	—	77 1 u	—	
2497	—	—	—	61 1	68 1	—	
96	—	—	—	11 1	14 1 u	—	
92	15 5 R	142 3	15 4 R	15 2	143 2	17	2)
90	—	—	34 1	—	—	—	
89	—	659 2	61 2	61 5	648 2	67	
86	—	—	—	51 1	56 1 u	—	
85	—	—	—	90 5	947 2 u	93	
83	—	—	27 1	—	—	—	

1) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.
2) Krebs gibt 2492.155, Hamm: .158, Offermann [179]: .142.

	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154 a]	Huppers Bogen [151]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154 a]	Eder Funke [150]	Wagner Funke [120]	
2482	—	—	—	34 2	326 1	29 3	27	
78	—	—	—	—	43 1 R	43 1	—	1)
75	—	—	—	—	2 1 u	—	—	
73	—	—	37 1	47 4	47 2	45 5	48	
68	—	—	—	59 2	58 2 u	61 5	65	
65	—	—	—	92 1	92 1 u	99 1 u	—	
63	—	—	—	—	93 1 u	—	—	
63	—	—	—	—	08 1 u	—	—	
62	—	—	—	—	06 1 u	07 1 u	—	1)
59	—	—	—	37 1	45 1 u	34 1 u	—	
58	—	—	—	65 1	78 1 u	79 1 u	—	
53	—	—	—	05 1	06 1 u	04 1 u	—	
47	—	—	—	—	61 1 u	63 1 u	—	1)
46	—	—	—	8 1	81 1 u	80 1 u	—	
44	—	—	—	42 2	466 2	43 3	44	
43	—	—	—	39 1	4 1 u	—	—	
42	—	—	—	—	61 1 u	—	—	
41	67 2	625 6	67 4 R	62 2	628 2	63 1	65	2)
40	—	99 1 u	—	—	18 1 u	16 1 u	—	
39	—	89 1 u	—	—	—	—	—	
37	—	—	—	—	—	—	95	
35	—	88 1 u	—	87 1	88 1 u	94 1	—	
34	—	18 1 u	—	—	—	—	—	
33	—	45 1 u	—	—	54 1 u	57 1	—	
31		71 1 u	—	—	—	—	—	
30	—	—	—	4 1	49 1 u	52 1 u	—	
29	—	—	—	02 1	04 1 u	—	—	
28	—	—	—	—	27 1 u	—	—	
26	—	35 1 u	—	—	—	—	—	
24	—	90 1 u	94 1	—	—	—	—	
24	—	—	53 1	54 2	558 2 u	59 3	67	
22	—	67 1 u	—	—	—	—	—	
21	—	—	—	—	94 1 u	—	—	
18	—	—	—	—	5 1 u	—	—	1)
15	—	—	—	—	—	—	93	
14	—	73 1 u	—	—	—	—	—	
12	—	61 1 u	—	81 1	84 1 u	85 1	—	
12	—	—	—	10 1	105 1	—	1.92	
06	72 3	661 6	70 3	—	604 1 u	—	—	
05	—	—	—	46 1	487 1	51 1	36	
03	—	327 1	39 1	48 6	47 3 u	50 4 u	58	
00	10 1	102 2	09 2	10 6	104 3	13 6	16	
2392	74 5	629 8 r	64 5 R	64 1	643 1	67 4	70	3)
91	—	—	—	73 1	762 1	75 3	—	
85	—	—	—	02 1	08 1 u	09 2 u	13	
80	—	—	76 1	—	—	—	—	

1) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.
2) Krebs gibt 2441.651, Hamm: .665.
3) Offermann [179] gibt 2392.630, Frings: .623.

		Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Piña Bogen [168]	Huppers Bogen [151]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Eder Funke [150]	Wagner Funke [120]	
	2376	—	—		35 2	45 1	400 2u	43 5	46	
	70	—	—		—	85 1	88 1u	—	—	
X —4 Λβ	69	89 2	877 6		87 3	86 10	880 4	88 10	92	C
	69	—	—		—	—	43 1	—	—	
	68	—	—		—	12 1	158 1	—	—	1)
	67	—	—		—	47 1	—	—	—	
	64	—	—		—	2 1	—	—	—	
	63	—	90 1u		—	—	—	—	—	
	63	—	20 1u		—	2 1	2 1u	—	—	
	61	—	43 1u		—	59 1	61 1u	—	—	
	59	—	—		46 1u	—	—	—	—	
	59	—	—		—	—	00 1u	—	—	
	58	—	50 1u		—	—	—	—	—	
	57	—	97 1u		—	—	—	—	—	
	56	—	80 1u		—	—	—	—	—	
	56	—	623 4		64 1	59 3	623 3	64 5	64	
	55	—	93 1u		—	—	—	—	—	
	55	—	—		—	11 2	14 1u	15 4u	21	
	54	—	03 1u		—	—	—	—	—	
	53	—	28 1u		—	—	—	—	—	
	50	—	96 1u		—	—	—	—	—	
	50	—	78 1u		—	—	—	—	—	
	49	—	84 1u		—	—	—	—	—	
	48	—	—		—	78 2	80 1u	84 3u	91	
	46	—	—		—	14 1	163 2	16 2	—	
	45	—	—		54 2	—	—	—	—	
	43	—	β1 1u		—	—	—	—	—	
	40	—	03 1u		—	—	—	—	—	
	38	—	69 1u		—	—	—	—	—	
	36	—	—		—	22 2	260 2u	23 4	26	
	27	—	—		—	—	343 1	—	—	
	23	—	—		—	12 1	10 1u	—	—	
	20	—	—		—	—	304 1	—	—	
	19	61 1	561 4		60 1u	—	—	—	—	
	15	—	—		—	—	1 1u	—	—	
	09	—	—		—	63 1	61 1u	63 2	—	
	03	12 1	109 6		10 3	—	111 2	13 4	12	
	00	—	—		—	—	3 1u	—	—	
	2299	—	—	69 3	—	—	56 1u	56 2u	—	
	98	—	—	84 2	—	—	137 1u	—	—	
	97	—	—	—	—	—	74 1u	—	—	
	96	—	—	93 2	—	—	881 1u	—	—	
	94	30 2	853 4	81 3	84 2	83 4	851 4	85 6	87	
	93	86 3R	832 3R	—	85 5R	—	856 2u	87 3	85	
	92	—	—	—	—	72 1	69 1u	69 1	73	
	92	—	—	—	—	—	07 1u	—	—	
	91	—	—	23 3	—	13 2	083 2u	12 4	11	
	90	—	—	09 1	—	—	—	—	—	

1) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.

	Hasbach Bogen [154a]	Piña Bogen [163]	Exner u. Haschek Bogen [127]	Huppers Bogen [151]	Hasbach Funke [154a]	Exner u. Haschek Funke [127]	Eder Funke [150]	Wagner Funke [120]
2288	—	11 As? 5	—	—	—	—	—	—
86	—	77 3	—	—	727 2u	73 2	73 4	70
81	—	07 2	—	—	—	—	—	—
78	—	—	—	02 1	449 1u	—	42 2	35
76	244 4	—	23 1	25 2	245 4	29 4	24 6	25
74	—	86 2	—	—	016 1u	—	—	—
71	—	40 As? 3	—	—	780 1u	—	—	—
69	—	02 Sn? 4	—	—	—	—	—	—
65	—	—	—	—	46 1u	48 2	44 2	41
63	—	80 3	—	—	879 2u	93 3	87 3u	89
63	09 6R	—	11 2R	07 2R	235 1u	33 2	18 2u	09
60	493 4	—	48 1	48 1R	—	—	—	49
55	—	12 4	—	—	093 1u	06 2	06 2u	12
53	—	61 2	—	—	—	—	—	—
49	—	05 3	—	—	13 2u	05 2	06 3u	17
47	—	40 1	—	—	—	—	—	—
46	984 4	14 Sn? 3	—	98 2R	990 4	99 3R	97 3	97
44	240 2	—	—	22 1	24 1u	—	22 1u	32
42	599 4	—	64 1	61 2R	600 4	62 6	59 7	58
38	48 2u	—	—	46 2R	—	—	—	—
37	—	59 Pb? 2	—	—	—	—	—	—
36	22 1u	—	—	28 1R	—	—	—	—
31	—	65 2	—	—	66 1u	67 1	64 1	59
31	—	10 3	—	—	04 1u	03 1	00 2	—
30	071 6R	—	09 2R	11 1R	093 2u	12 2R	05 2u	04
28	845 4	—	87 1	85 1R	842 3	87 3	84 5	82
27	74 6R	—	74 2R	74 2R	76 1u	82 1R	77 2u	92
26	—	87 2	—	—	84 1u	88 2	86 3u	95
25	665 2R	—	7	68 1R	671 1	73 1	68 2	73
24	—	75 1	—	—	75 1u	88 2	78 2	66
20	—	90 Sb? 2	—	—	81 1u	—	—	—
19	—	34 2	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	58 1u	6 1u	—	—
18	079 4	—	12 1	08 1R	080 3	12 3	07 5	06
15	65 4R	—	71 2R	68 1R	85 1u	—	—	71
15	—	—	—	—	16 2u	21 2	20 3	09
14	56 6R	—	56 2R	58 1R	57 1	—	58 3	38
12	—	77 2	—	—	85 1R	88 1	88 1	60
10	240 2	—	28 1	25 1	240 3	28 3	24 5	19
09	—	64 1	—	—	85 1u	87 1	—	—
01	—	—	—	—	—	58 1	—	—
00	—	—	—	—	57 1u	—	—	59
2199	65 6R	—	63 2R	64 1R	58 2	64 1R	58 1	58
95	—	73 2	—	—	75 2u	80 2	76 3	71
94	—	41 2	—	—	—	—	—	—
92	286 3	—	28 1	23 1R	284 3u	28 3	28 5	21
89	599 3	—	63 1	66 1R	599 3	62 3	58 5	54
82	—	—	—	—	—	81 1	—	—
81	68 1u	—	—	74 1R	684 1	—	70 1	51
79	87 3u	05 6	41 1	39 1R	87 3u	42 3	36 5	35

	Hasbach Bogen [154a]	Piña Bogen [168]	Huppers Bogen [151]	Hasbach Funke [154a]	Exner u. Haschek Funke [127]	Eder Funke [150]	Wagner Funke [120]
2178	91 1 u	77 6	—	91 1 u	—	—	—
78	—	—	13 1 R	—	—	—	—
75	—	87? 4	—	—	—	—	—
75	—	14 3	—	011 2 u	06 2	03 2	4.87
71	75 1 u	—	—	—	—	—	—
70	—	05? 1	—	—	—	—	—
69	49 2 u	—	49 1	—	—	—	—
65	06 1 u	—	08 1	055 1	07 1	06 1	4.95
61	—	50 4	—	356 2 u	42 2	36 1 u	19
58	—	56 1	—	—	—	—	—
54	—	46? 2	—	—	—	—	—
51	—	92 4	—	83 1 u	92 1	82 2	—
48	93 2	9.56 1	9.05 1	927 2	902 2	91 4	83
47	—	07 2	—	—	04 1	—	—
45	—	78 2	—	—	—	—	—
44	—	91 1	—	—	—	—	—
44	—	18? 1	—	—	—	—	—
40	—	60 2	—	—	—	—	—
39	—	64? 2	—	—	—	—	—
39	—	50 2	—	—	—	—	—
38	44 1 u	—	54 1	—	—	—	—
35	92 2	—	6.03 1	919 3 u	6.02 3 R	92 3	90
34	29 1	35 3	—	888 2	43 2	36 2	15
31	—	40 1	—	—	—	—	—
30	700 1	24 1	87 1	—	—	—	—
29	—	37 0	—	—	—	—	—
28	—	22 1	—	—	—	—	—
27	—	49? 0	—	—	—	—	—
26	978 2	—	6.06 2	971 2	6.06 2	97 3	88
25	—	26 3	—	—	22 1	—	—
24	1 1	47 4	—	—	—	—	—
22	916 2	—	8.01 1	910 2	3.02 2	91 3	82
20	—	94? 0	—	—	—	—	—
19	—	80 0	—	—	—	—	—
18	—	61 0	—	—	—	—	—
17	—	47 3	—	305 2 u	40 2	33 2	17
16	—	38 0	—	—	—	—	—
15	—	12? 2 u	—	—	—	—	—
14	—	09? 4	—	—	—	—	—
13	—	11? 4	—	—	—	—	—
12	023 2	1.45 2	09 1	022 2	13 2	02 2	1.86
10	—	68? 5	—	—	—	—	—
04	717 2	5.17 4	86 1	716 2	83 1	73 2 u	72
2098	—	7.94 3		38 1 u		43 2 u	
93	—	86 2		61 1 u		—	
87	—	8.10 4		93 1 u		96 2	
85	22 1	—		221 1		27 3	
79	—	47 4 u		—		—	
78	—	89 3		65 1		69 2	
66	—	—		31 1 u		—	

	Hasbach Bogen [154a]	Piña Bogen [168]	Hasbach Funke [154a]	Eder[1]) Funke [150]	Mc Lennan Young Ireton Bogen [183]	Handke [111a]	Bloch [186]	
2062	—	74 0	—	—				
54	88 1	—	88 1	92 2				
48	71 1	—	71 1	74 2				
37	01 1	—	02 1	06 2	7.3 6			2)
35	74 1	—	74 1	82 2	—			
31		—	01 1u	0.98 1u	—			
25		4 05 4u	36 1	44 2	6.2 4			2)
23		64 3u	—	—	—			
16			77 1	—	—			
15			44 1u	—	—			
1999			55 1	64 2	9.7 10			
89			06 1	13 1	9.3 5			
79			16 1	24 1	9.3 7			
44					4.1 2			
1885					—	0 5		
82					—	1 3		
67					—	6 7		
57					—	6 4		
50					—	9 2		
48					—	9 3		
40					6 4	1 8		
36					—	3 1		
34					—	9 3		
26					—	1 8		
23					—	0 1		
21					—	1 1		
19					—	1 1		
17					—	3 1		
05					—	9 2		
03					—	0 1		
1798					—	2 5		
92					—	1 3		
87					—	4 4		
83					7 1	7 7	4.8 2	
79					—	3 5	—	
75					—	7 6	3 1	
74					—	4 2	—	
73					—	0 3	—	
71					—	6 4	—	
69					8.6 2	1 8	2 2	
65					—	5 3	—	
62					—	0 5	—	
60					—	6 4	—	

1) **Eder** gibt in Wien. Ber. 123 IIa p. 616—628 (1914) einige neue Linien und abweichende Messungen; sie lauten: 2135.91, 34.36, 25.97, 22.91, 17.33, 12.01, 04.71; 2098.42, 87.95, 85.23, 80.08, 78.66, 77.01, 69.88, 66.19, 62.42, 54.88, 54.35, 43.71, 37.04, 35.77, 30.94, 29.83, 27.09, 25.40, 16.77, 15.46, 13.00; 1999.59, 89.07, 79.18, 71.14, 69.73, 58.57, 43.86, 30.02, 27.81, 19.82.

2) Aus **McLennan** [178].

	Mc Lennan [178]	Handke [111a]	Mc Lennan Young Ireton Bg. [188]	Bloch [186]
1760		0 3	—	9.9 1
54		5 6	—	5.6 1
51		4 9	—	—
49		9 9	0.2 5	0.1 5
48	6 4	—	—	—
47	—	1 6	—	—
44	—	7 9	—	—
42	—	3 9	—	—
41	—	0 8	2 4	6 5
39	7 4	0 7	—	0 1
37	—	6 7	—	—
32	—	4 4	—	—
30	—	5 1	—	—
29	—	7 1	—	—
27	—	8 7	8.1 1	8.8 2
25	—	9 8	—	—
24	—	2 4	—	—
21	8 6	9 8	2.2 2	28 6
18	—	—	—	1 1
17	—	7 7	—	6.9 1
15	—	8 2	—	—
13	—	0 2	—	—
10	—	6 6	1.4 1	1.5 1
08	5 4	5 7	9 4	9.0 4
07	—	0 1	—	—
04	9 2	5.0 6	5.8 3	5.6 4
03	—	7 1	—	—
02	—	6 8	6 8	2.1 5
01	—	8 8	—	—
00	—	4 6	—	—
1695	—	8 1	—	—
93	4 4	—	—	—
92	5 1	3 7	—	8 2
88	—	5 7	—	9.8 2
86	7 4	6 8	9 2	7.2 3
86	—	4 6	—	—
84	6 2	3 7	7 2	6 2
82	—	4 3	—	—
81	7 1	9 2	7 2	—
81	—	2 7	—	8 2
79	1 2	0 8	1 2	5 2
77	—	3 5	—	5 2
76	—	4 2	—	—

	Mc Lennan [173]	Handke [111a]	Mc Lennan Young Ireton Bg. [188]	Bloch [186]
1675	—	7 1	—	—
74	6 2	5 7	4 2	8 3
71	5 2	6 8	7 2	9 3
70	1 2	9.8 8	0 2	3 3
69	—	0 1	—	—
60	—	2 3	—	1.2 1
57	—	8 5	8.4 2	8.4 2
57	—	—	—	7.2 1
54	—	1 7	4 2	8 3
53	—	1 2	—	—
51	9 2	9 7	2.0 2	2.1 3
49	—	—	—	9 3
47	—	—	—	5 1
42	1 8	18 9	1 5	4 5
38	—	4 4	9.0 1	9.0 3
27	—	3 4	8.1 2	8.8 4
25	—	6 4	6.1 2	—
21	—	—	—	2 4
16	—	—	6.1 2	8
15	—	5 3	—	—
13	—	—	3 5 2	—
08	—	8 1	9 7 2	9.6 2
07	—	0 1	—	—
06	—	1 1	5 2	2 3
05	—	4 1	4 2	—
02	—	9 1	8.1 2	8.0 2
00	—	0 1	1 2	9.9 2
1594	2 8	2 1	6 3	8.6 3
52			—	8 1
48			9 1	0 2
43			5 1	0 1
37			3 1	
1443			4 1	
37			5 1	
32			6 1	
10			7 1	
1385			4 2	
77			1 2	
67			9 2	
59			2 4	
46			3 1	
1216			1 5	

	Danvillier		Weber	Siegbahn-Dolejšek	Siegbahn	Hjalmar	Siegbahn-Leide	Siegbahn Stenström	Hjalmar	Moseley	Siegbahn	
	188		208	199, 206;	174. 206	194. 195	176	162	182	146	203	
K												
α_2	1541.2	10	41.31					1543		1549	1541.22	K — L_2
α_1	1537.35	10	37.425		1537.302		1537.44	1539			1537.36	K — L_1
$\alpha_1' = \alpha$[illegible]	1535.3	3										
α_3	1531.3	3		1530.75							1530.8	
α_4	1530.1	3										
β_3	1392.8	2										K — M_4
β_1'	1389.8	5										
β_1	1388.9	10	1389.46	1389.33	1389.53	1388.87		1391		1402	1388.87	K — M_3
$\beta_2 = \gamma_1$	1377.7	2		1378		1382.		1379			77.4	
γ_2	76.0	2		66								
L												
α_1									13309.1		13309.1	L_1 — M_1

Terme. (Dublet-System).

2 $\mathfrak{P}_1$	31524						
2 $\mathfrak{P}_2$	31773						
1.5 $\mathfrak{S}$	62308	2.5 $\mathfrak{S}$	19171	3.5 $\mathfrak{S}$	9460	4.5 $\mathfrak{F}$	5637
3 $\mathfrak{D}_2$	12373	4 $\mathfrak{D}_2$	6921	5 $\mathfrak{D}_2$	4416		
3 $\mathfrak{D}_1$	12366	4 $\mathfrak{D}_1$	6917	5 $\mathfrak{D}_1$	4413		
4 ⌐$\mathfrak{P}$	6880	5 ⌐$\mathfrak{P}$	4400				

In der Literaturübersicht ist noch eine Arbeit von Neovius [110] angeführt, die aus dem Jahre 1891 stammt. Sie war bei Abfassung des Bandes V übersehen, ist jetzt als zu veraltet nicht weiter berücksichtigt. Sie enthält die Funkenlinien von λ 5782 bis λ 3686.

Die Intensität und günstige Lage der K_α-Strahlung des Kupfers sind der Grund, daß sogleich im Beginn der Messungen über Röntgenspektren einige Cu-Linien gemessen worden sind, durch Barkla [143], de Broglie [152] und vor allem Moseley [146]. In der Folgezeit sind dann diese Linien immer wieder bestimmt worden, vielfach in Verbindung mit anderen Messungen. So hat Rohmann [154] Aufnahmen publiziert, Siegbahn [158] und Stenström [162] haben Messungen gegeben, die späterhin durch Hjalmar [182, 194, 195], Dauvillier [188] und Dolejšek [199] immer weiter verfeinert und auf immer mehr schwache Linien ausgedehnt werden. Gerlach [189] und Stensson [181] haben die Dublettenabstände in der K-Reihe nach verschiedenen Methoden gemessen, der erstere mit Hilfe der Debyeschen Diagramme. Endlich hat Siegbahn zusammen mit Dolejšek [206] und Leide [176] die Linie K_α so gut wie möglich absolut gemessen, um sie als Normale erster Ordnung im Gebiete der Röntgenspektren einzuführen. Während Siegbahn und Leide in [176] $\lambda\ K_{\alpha_1} = 1537.44$ ermitteln, nimmt Siegbahn in [206] 1537.302 als wahrscheinlichsten Wert an. In seinem zusammenfassenden Bericht [203] und in [174] nimmt er 1537.36. Es scheint, daß sich auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ähnliche Erfahrungen wiederholen, wie sie auf dem älteren Gebiet der längeren Wellen bei der Bestimmung der Normalen erster Ordnung gemacht worden sind. So ermittelt Weber [208] in einer sehr sorgfältigen neuen Messung den Wert 1537.425 und bezieht darauf seine anderen Bestimmungen. Zu einer Kritik dieser Messungen ist hier nicht der Ort. Es dürfte sich vielleicht empfehlen, zunächst einen Mittelwert für $\lambda\ CuK_{\alpha_1}$ als Normale erster Ordnung festzulegen und darauf alle anderen Messungen zu beziehen, um die neuen Bestimmungen miteinander vergleichbar zu machen. Die Zahlen von Moseley, Hjalmar, Siegbahn, Leide, Dolejšek, Stenström, Dauvillier, Weber, Vogel sind in der Tabelle vereinigt, wobei die neuesten Messungen an der ersten Stelle stehen. Die älteren sind nur aus historischen Gründen beigefügt. Die letzte Spalte unter „Siegbahn" gibt die Werte, die dieser wohl erfahrendste Spezialist in [203] aus-

wählt. In der Spalte vor der Tabelle ist die Bezeichnung der Linien nach Siegbahn, in der Spalte hinter der Tabelle in der Bezeichnung der Systematik von Wentzel [202] gegeben. Von Einzelmessungen seien noch genannt die Differenz $K_{\alpha_2} - K_{\alpha_1}$ die nach Gerlach [189] gleich 3.84 ± 3% ist, während Stensson [181] 3.857 gefunden hatte. Auf indirektem, photoelektrischem Wege bestimmt Kurth [190] die L-Grenze bei 12.3 A, M bei 41.6 A und N bei 116 A. Als Absorptionsgrenzen haben für die K-Serie gemessen de Broglie [152] 1388, Wagner [156a][1]) 1386 und Duane u. Kang [168] 1378.5.

Wir wenden uns nun zu den einzelnen Arbeiten, soweit sie noch nicht in den Messungen berücksichtigt sind.

Oellers [131] vergleicht die verschiedenen Teile des Bogens in bezug auf die Intensität der Linien: er findet, daß sie an den Polen stärker seien, als in der Mitte, namentlich am negativen Pole. Könemann [148] setzt diese Untersuchung für den kurzwelligen Teil fort, und bestätigt das Resultat, das hier noch durch das Auftreten vieler Funkenlinien namentlich am negativen Pol verstärkt wird.

Ein ganz ähnliches Thema behandelt Vegas [165], der nur irrtümlich die Erscheinung als Poleffekt bezeichnet. Er will die Linien in vier Klassen teilen je nach ihrem Verhalten unter veränderter Stromstärke, Spannung und Bogenlänge. Die erste Klasse enthält Linien, die immer überall gleich stark sind, die zweite solche, die bei schwachen Strömen an den Polen stärker sind, als in der Mitte, mit steigendem Strom aber gleichmäßig werden. Zur dritten Klasse werden Linien gerechnet, die bei schwachem Strom nur an den Polen auftreten, bei wachsendem Strom schwächer werden und verschwinden; endlich zur vierten Klasse solche, die erst bei stärkerem Strom auftreten. Für ein kleines Stück des Kupferspektrums werden die Linien in diese Klassen verteilt. In neuerer Zeit haben sich dann noch Oldenberg [147], Kramstyk [157], Dunstan und Wooten [191] und Hörnle [200] mit der Emissionsverteilung einiger Serienlinien des Kupfers im Bogen beschäftigt, ohne für Kupfer wesentlich neue Ergebnisse zu erzielen.

Mit der Feinstruktur der Linien beschäftigt sich Wali-Mohammed [183], bestätigt aber lediglich Janicki [109], daß nämlich fast alle untersuchten Linien einfach sind, 5782, 5700, 4275 je zwei Trabanten haben; die Beschaffenheit von 5782 und 5700 ist freilich nicht ganz klar. Lüttig [139] stellt die älteren Messungen von Hartmann für den Zeemaneffekt mit denjenigen von Runge und Paschen zusammen und ergänzt sie; 5782, 5293, 5218, 5153, 5105, 4651, 4275 sollen Triplets geben.

Nagaoka und Takamine [117] finden, daß der transversale und longitudinale Zeemaneffekt als Funktion der magnetischen Intensität verschieden verlaufen; das wird unter anderem auch an der Kupferlinie 5015 geprüft.

Den Einfluß des elektrischen Feldes prüfen zuerst Stark und Hardtke [169]; die Linien 4062 und 3687 der ersten Nebenserie werden durch ein Feld von

1) Ann. d. Phys. (4) 46 p. 868—892 (1915).

23000 Volt/cm um 0.6 resp. 1.0 A. nach Rot verschoben, die Linien 4056 und 3686(?) um 0.4 resp. 0.7 A. nach Violett; Aufspaltung tritt nicht ein. Dann beschäftigt sich Takamine [171] mit der Frage. Er findet auch, daß die Linien der ersten Nebenserie: 4063, 4062: 4022 nach Rot verschoben werden, während bei 3687 und 3654 eine Komponente nach Violett auftritt. Er beobachtet ferner eine Reihe von Linien, welche eine Serie nach dem Typus von Koch[1]) zu bilden scheinen, und deren angenäherte Wellenlänge sei: 4056.8, 4015.8, 3686.7, 3652.6. Er scheint diese Linien für bisher unbekannt zu halten, während sie von Exner und Haschek sowie Hasbach gemessen sind.

Mit dem Einfluß der Selbstinduktion auf das Funkenspektrum beschäftigt sich Joye [118], wobei er Sauerstoff- und Wasserstoffatmosphäre benutzt. In einer langen Tabelle werden die Intensitäten der Linien unter verschiedenen Bedingungen gegeben. Sein Spektrum ist recht linienreich, er führt manche Linien, die sonst nur von einem Beobachter gesehen waren, so daß er zur Bestätigung der Existenz dieser Linien benutzt werden kann; sie sind in der Tabelle gekennzeichnet. Auch Huber [113] untersucht den Einfluß der Selbstinduktion auf Legierungen von Cu mit Co, Mg, Mn, Ni, Zn. Im allgemeinen treten in all diesen Legierungen die Cu-Linien relativ zum andern Metall zurück; das wird meist verschärft durch Selbstinduktion. Doch sollen einzelne Cu-Linien durch die Selbstinduktion relativ verstärkt werden. Für das Detail muß auf Hubers Tabellen verwiesen werden. In derselben Richtung arbeitet Williams[2]), der die Ergebnisse von Hemsalech, Joye und Néculcéa nachprüft, die gegen „Selbstinduktion" empfindlichen Linien etwas anders klassifiziert und ihre Verteilung auf Funken und Serien heranzieht. Im allgemeinen haben diese Untersuchungen über den Einfluß der Selbstinduktion nicht viel herausgebracht.

Als Restlinien geben Hartley und Moss [135] in der Sauerstoff-Wasserstofflamme 3274 und 3247 an, die mit 1 mgr Cu erscheinen. Mit zehn Funken können sie beide Linien photographieren, mit fünf Funken nur noch die letztere. Dasselbe findet Morrow [134], der eine Spur einer Chloridlösung im Geißlerrohr benutzt. Daß der Staub in der Großstadt die Ursache des Auftretens der Kupferlinen in Funkenspektren sein kann, zeigt Hartley [128].

Kupferchlorid im erhitzten Geißlerrohr wird auch von Pollock [129] untersucht. Er sieht ohne Leidnerflasche namentlich schöne Banden zwischen 4700 und 4100, welche mit Flasche sehr geschwächt werden, wofür zahlreiche Linien auftreten. Die stärksten Linien sind 3274, 3247, 2370.

Daß in Geißlerröhren, die mit Gasen gefüllt sind, dicht an der Kathode auch Linien des Kathodenmetalls sichtbar werden, ist bekannt. Robinson [156] untersucht unter anderem auch Cu-Elektroden, und gibt eine umfangreiche Liste von Cu-Linien, die er gefunden hat: in Sauerstoff sind es 69 Linien, in N

1) John Koch, Ann. d. Phys. (4) 48 p. 98—108 (1915).
2) A. T. Williams, Investigaciones ... Dissert. Buenos Aires 1915.

nur 28, in Kohlenstoffverbindungen 17, in H nur 9. Immer sind 3274 und 3247 am stärksten.

Smith [153] benutzt die positive Spitzenentladung in Säuren und Salzlösungen. In Kupfernitrat sieht er 9 Linien, darunter als stärkste wieder 3274 und 3247, dann folgt 2618. — Bloch [198] untersucht den Funken unter Wasser.

Hemsalech [137] ersinnt eine Methode, um die Geschwindigkeit des leuchtenden Metalldampfes, der bei Funkenentladung von den Elektroden ausgesandt wird, zu messen. Für Cu findet er 14 m/sek.

Hemsalech hat auch in den letzten Jahren eine ganze Anzahl von Versuchen mit dem elektrischen Widerstandsofen gemacht[1]), wobei er anfangs von der Röhrenform ausgeht, schließlich zu einer einzelnen Platte kommt, auf welche die Metalle gelegt werden. Es finden sich dabei auch zahlreiche Bemerkungen über Cu, von welchem er anfangs[2]) keine spektrale Reaktion erhält, während die Platte ihm Linien und Banden (Hauptkante 5536) gibt. Es ist hier nicht der Ort, ausführlicher auf diese Arbeiten einzugehen, da Hemsalech sie wesentlich benutzt, um die Erzeugung des Lichtes im Ofen zu ergründen. Er meint im Gegensatz zu King, daß elektrische und chemische Anregung die Hauptrolle spielt, die hohe Temperatur nur eine geringe. King [170] vertritt, wie mir scheint mit Recht, den entgegengesetzten Standpunkt.

Auch nur erwähnt sei eine interessante Abhandlung von Hagenbach [115], in welcher er die Charakteristik des Kupferbogens untersucht und findet, daß derselbe in sechs verschiedenen Formen brennen könne. Er macht dabei auch auf die starken Banden im Rot und Orange aufmerksam, die namentlich in der Aureole auftreten. Man vergleiche hierzu auch [175].

Daß im Kupferbogen gewisse Banden besonders stark auftreten, zeigt Konen [138]. Man findet regelmäßig die Cyan-Banden (auf den Grund ihres Erscheinens soll hier nicht eingegangen werden. Vergl. p. 133) sowie die zweite und dritte Gruppe der positiven Stickstoffbanden. Im Ultrarot erscheinen regelmäßig einige starke Sauerstofftriplets, wie Meggers nachweist [166]. — Janicki und Seeliger [159] benutzen Glühkathode und Glimmstrom, finden besonders scharfe Linien in der positiven Säule. — Strutt [197] läßt aus einer Bogenentladung einen Dampfstrahl in ein Vakuum eintreten, findet in demselben ein Nachleuchten, wie es oft an Quecksilberdampfstrahlen beobachtet worden ist, vermutlich von aktivem Stickstoff. — Ramsauer und Wolf [192] machen angenäherte Messungen der Dauer des Nachleuchtens der Dämpfe im erlöschenden Bogen, finden die Reihenfolge des Nachleuchtens: 511, 570, 578, 515, 522, in abnehmender Richtung. — Moore [193] benutzt schwachen Strom, hohe Spannung, variiert die Stromstärke und unterscheidet fünf durch die Zahl der Linien unterschiedene Leuchtstadien. Bei

1) Die Arbeiten stehen: Phil. Mag. (6) 34 p. 209—230 (1918); Phil Mag. (6) 36 p. 209 bis 280, 281—296 (1918); Phil. Mag. (6) 39 p. 241—285 (1920); Phil. Mag. (6) 40 p. 296 bis 315 (1920).

2) G. A. Hemsalech, Phil. Mag. (6) 36 p. 281—296 (1918).

schwächstem Strom erscheinen 3274, 3247 (außerhalb der sichtbaren Bogengrenzen), 5106, 5782, 5700, sodann 5218, 5153, 4063, 4023, im dritten Stadium 4531, 4481, 4651. Diese Stadien werden in Beziehung zu den Klassen Kings und zur Ionisation gesetzt. Endlich empfiehlt Angerer [196] den Kupferbogen in Verbindung mit Zeissschem Uviolfilter als Lichtquelle für einigermaßen homogenes ultraviolettes Licht.

Der Serienbau des Kupferspektrums ist erst unvollkommen aufgeklärt. Nur ein kleiner Bruchteil der gemessenen Linien fällt in das Paarsystem, das ohne Zweifel vorhanden ist. Da insbesondere beim Kupferspektrum sehr leicht Funkenlinien auftreten, und da die linienreichen Spektra des Ultraviolett, wie sie häufig für Cu gemessen und beschrieben worden sind, sich vorzugsweise in der Nähe der Kathode des Bogens finden, so dürften die bisher beschriebenen Spektra Gemische von Funken und Bogenlinien darstellen, die bisher nur sehr unvollständig getrennt sind. Eine experimentelle Trennung beider Spektra dürfte auch für eine Analyse der Serien einen wesentlichen Fortschritt bringen. Hierzu kommt, daß der Intensitätsabfall innerhalb der Serien ein sehr schneller ist, so daß die höheren Glieder der Serien fehlen. Nach der Zerlegung im Magnetfelde und aus anderen Gründen ist es wohl zweifellos, daß das starke Paar 3274/47 das erste Glied der Hauptserie darstellt, wie schon Kayser und Runge und Rydberg angenommen hatten. Auch die beiden Nebenserien sind schon durch jene ersten Untersuchungen bestimmt. Randall [116] hat dann die zweite Nebenserie vervollständigt, ferner Linien der Bergmannserie und eine Reihe von Kombinationslinien gegeben, darunter einige Linien mit einem unbestimmten Term x. Dunz [122] hat die Terme und Grenzen neu berechnet und mit den Kombinationen in seinem bekannten Buche zusammengestellt, dessen Angaben Frommel [184] reproduziert. Eine große Zahl von Paaren mit konstanten Differenzen sind in älterer Zeit von Rydberg [61], in neuerer von Huppers [151] angegeben worden. Allein die Bedeutung dieser Differenzen ist noch ungeklärt. Einmal zeigen sie erhebliche Abweichungen gegen die Konstanz, die ihre Realität zweifelhaft machen, und dann umfassen sie, wie Fowler [201] mit Recht bemerkt, unzweifelhafte Funkenlinien neben anscheinenden Bogenlinien. Hicks hat sich wiederholt und eingehend [141, 145, bes. 177] mit dem Bau des Kupferspektrums beschäftigt und versucht, trotz der Schwäche oder des Fehlens der höheren Glieder der Serien diese vollständig und genau zu berechnen und nachzuweisen. Hierbei nimmt er auch gewisse Summationsserien sowie andere bisher nur von ihm bestätigte Gesetzmäßigkeiten an. Mit Fowler [201] und aus den gleichen Gründen wie dieser möchte ich die Berechnungen von Hicks als zweifelhaft bezeichnen. Denn die aus den Hickschen Formeln berechneten Linien stimmen z. B. in einem Falle nicht mit den beobachteten Werten, in anderen Fällen ist nur eine Komponente der Paare aufzufinden und außerdem müssen Funkenlinien herangezogen werden. Ähnliches gilt von den berechneten Zusammenhängen mit dem Atomgewicht. In seinem Buche [205] gibt Hicks eine systematische Zu-

sammenstellung aller Berechnungen für das Cu-Spektrum, mit neuen Werten für die Serienkonstanten und die von Hicks gefundenen neuen Gesetzmäßigkeiten. Hier kann nur darauf hingewiesen werden. In der Tabelle habe ich mich damit begnügt, die sicher nachgewiesenen Linien der vier Serien und einige Kombinationen etwa in dem Umfange wie bei Dunz anzugeben. Die Zahlen sind jedoch etwas andere, als bei Dunz, und schließen sich an die neueren Werte von Fowler an, der sich auf die neuen Wellenlängenmessungen stützt. — Saha [185] und Russel [204] behandeln das Auftreten der Kupferlinien im Sonnenspektrum vom Standpunkt der Ionisationstheorie aus. Es finden sich nur die beiden Linien 3247 und 3274, keine Linien der Nebenserien[1]).

Bandenspektra.

In Band V ist zunächst ein Bandenspektrum beschrieben, von dem es strittig war und ist, ob es zu Kupfer oder zu seinem Oxyd gehört. Zu denen, die für metallischen Ursprung eintreten, gehört King [111], da das Spektrum im Bogen in Wasserstoffatmosphäre sichtbar ist. Freilich scheint es nicht sicher, ob King das gewöhnliche Spektrum gesehen hat. Die bisher vorliegenden Messungen sind so ungenügend und sich widersprechend, daß nur einzelne wenige Banden gesichert erscheinen.

Die ausführlichsten Angaben macht Hertenstein [132], welcher die Banden in der Aureole mißt zwischen λ 6547 und λ 4005. Eine ebenso umfangreiche Tabelle liefert Harnack [123] von Kupferoxydul in der Sauerstofflamme; er gibt das Stück λ 3999 bis λ 3428, aber in gänzlich unbrauchbarer Form. Es wird ein Haufen Zahlen mitgeteilt, von denen man nicht weiß, ob es Kanten, Einzellinien, Liniengruppen sind. Nur fünf Zahlen werden als Kanten bezeichnet, drei weitere als zweifelhafte Kanten[2]). Eine solche Tabelle ist daher nutzlos, und ich reproduziere sie daher hier nicht; die veröffentlichte Photographie zeigt allerdings, daß die Schuld der Unklarheit an ihr liegt. Harnack gibt auch bei langen Wellen noch vier Kanten, und zwei zweifelhafte, die zwar mit Hertenstein schlecht stimmen, aber es doch wohl zweifellos machen, daß es sich um dasselbe Spektrum handle.

Ferner finden sich bei Eder und Valenta [114] und in dem Text zum Atlas [126] mancherlei Angaben über Banden, die als Oxydbanden bezeichnet werden, und die im Bogen und in der Flamme photographiert und gemessen sind. Betrachtet man die schönen Photographien im Atlas, so überzeugt man

1) Während der Korrektur erschien das Buch von Paschen und Back [209].

2) Ich möchte hier noch auf folgendes aufmerksam machen. Harnack bezeichnet seine Kanten als KV oder KR. Nach dem gewöhnlichen Usus (z. B. bei Exner u. Haschek) bedeutet das: Kante einer nach Violett oder nach Rot abschattierten Bande, und so würde es daher jeder Spektroskopiker verstehen. Bei der Erklärung seiner Zeichen sagt Harnack: „KR = Kante nach Rot.“ Wenn man einmal mißtrauisch geworden ist, wird man verstehen, was er darunter meint: „nach Rot liegende Kante einer Bande“, d. h. die Bande läuft nach Violett. So ist die Bezeichnung bei Harnack gerade im entgegengesetzten Sinne gebraucht, als gewöhnlich, ein großer Übelstand.

sich, daß im Rot ganz sicher nur zwei Doppelkanten sind, 6046 und 6059, 6147 und 6162, die nach Rot abschattiert sind, und ferner höchst eigentümlich gebaute Gruppen zwischen λ 4200 und λ 4700, die absolut anders aussehen, offenbar mit den roten Kanten nichts zu tun haben. Vielleicht ist letztere Gruppe dem Oxyd zuzuschreiben, die Banden nach Rot — die Hertenstein durch das ganze sichtbare Spektrum verfolgt — dem Metall selbst. — Auch King [111] gibt einige Kanten an, die sich einigermaßen Hertenstein anpassen.

Heurlinger [167] benutzt die älteren Messungen von Lanzrath, um die beiden stärksten Banden 4279 und 4005 zu berechnen: er gibt die Formel: $\nu = 23310.1 + 14.6\,m - 1{,}05\,m^2$ für die erste und $\nu = 24921.0 + 14.3\,m - 1.32\,m^2$ für die zweite Bande.

Frerichs[1]) hat die Banden des Kupfers und seiner Halogenverbindungen in der Aureole des Bogens und in der Flamme photographiert, bei großer Dispersion (zweite Ordnung eines großen Gitters) ausgemessen und photometriert. Aus den Resultaten seien einige Proben gegeben. Kupferoxyd liefert im Bogen drei besonders intensive Banden, die vermutlich dem Metall angehören, da sie auch im Vakuumbogen des Metalls erscheinen. Eine Kante liegt bei 4687.28. Sie bezeichnet eine unscharfe, auch bei der angewandten Dispersion noch nicht aufgelöste Bande. Eine zweite Kante liegt bei 4451.85. Von ihr gilt das gleiche. Die Kante 4279.60 bezeichnet eine aus scharfen Linien bestehende Bande, die bis zur Kante aufgelöst ist. Sie ist nach Rot abschattiert, hat einen +- und einen —-Zweig, die Nullinie bei 4288.2. Der positive Zweig läßt sich 22 Glieder weit verfolgen, der negative 26 Glieder weit. Die Angaben der folgenden Tabelle früherer Messungen sind mit Vorsicht aufzunehmen, da die Bestimmungen sich auf Aufnahmen mit geringer Dispersion stützen, bei denen bekanntlich durch Verkürzung der Strecken, innerhalb derer der Intensitätsabfall stattfindet, Kanten und Grenzen vorgetäuscht werden, die bei größerer Dispersion verschwinden.

Die folgende Tabelle bringt die Zahlen.

Hertenstein [132]			King [111]	Eder u. Valenta [126]
4005	(1)	Beginn einer Bde. R	4005	4007
4280	(4)	„ „ „ „	4280	4280
4452.5	(8)	K R	—	bis
57.8	(8)		—	
64.8	(7)		—	4465
76.2	(4)		4499	
4511.8	(4)	diffuse Bande mit 4 Linien	—	
18.4	(5)		—	
25.4	(5)		—	
31.7	(6)		—	
63.8	(4)	Bd. R	4547	
84.3	(6)	„ R	98	

1) Nach unpublisierten Messungen aus dem Bonner Institut.

Hertenstein [132]			King [111]	Eder u. Valenta [126]		Harnack [123]
4636.6	(6)	Bd. R	4649			
88.2	(5)		89			
97.2	(5)	„ R?				
4712.1	(7)	K R				
20.8	(7)					
71.1	(6)	1 K R				
89.6	(4)	2 K R				
4828.6	(4)	1 K R				
36.8	(4)	2 K R				
44.7	(1)	3 K R				
54.3	(5)	1 K R				
63.7	(5)	2 K				
73	(2)	3 K				
84	(5)	1 K R				
94.7	(3)	2 K				
4904.1	(1)	3 K				
17.15	(5)	K R				
5038.6	(1)	K R				
71.2	(2)	K R				
5287	(5)	K V		5200		
41.6	(5)	K R				
84	(3)	Max. Bd.		bis		
5347	(4)	K R?				
5581	(5)	1 K R				
56.6	(3)	2 K		5600		
5850	(5)	Max. Bd. R				
5950	(5)	„ „ R				
6016.2	(9)	1 K R		6045.42	1	6050
				46.16	1	
60.5	(9)	2 K		59.86	3	66
				61.42	3	
6148.3	(10)	1 K R		6147.68	3	6155
				48.58	3	
62.8	(10)	2 K		62.17	2	74
				63.30	3	
6282.8	(1)	1 K R		6268.68?	2	6314
96.5	(8)	2 K		94.5	2	
6380.9	(8)			6376	1	
6408.5	(2)			6400	1	6427
6547.4		2 K R				

Für das Spektrum des **Kupferchlorids** waren in Band V nur die Messungen von Derichsweiler und Kien vorhanden. Jetzt sind solche von Eder und Valenta [126], von Harnack [123], von Pollock [129] und von Strutt und Fowler [130] hinzugekommen. Eder uud Valenta erzeugen das Spektrum durch Einbringen in gewöhnliche Sauerstoffflammen; dann ist es natürlich gemischt mit den anderen Banden, mögen sie dem Oxyd oder dem Metall angehören. Harnack bringt die Chlorsalze in die Chlorflamme; sein Spektrum sollte also besonders rein und zuverlässig sein. Pollock findet die

Banden in einem Geißlerrohr, in dem das Chlorid erhitzt ist, ohne Flasche. — Ganz eigentümlich ist die Erzeugung bei Strutt und Fowler. Strutt [130] läßt aktiven Stickstoff auf das Chlorid treffen: das dabei entstehende Licht gibt die Banden, welche er dann mit Fowler zusammen etwas näher untersucht. Sie bemerken, daß ihre Banden wahrscheinlich eine Fortsetzung der von Kien gemessenen Banden seien. In der Tat scheint es sich um dessen Serie I zu handeln.

Die Zahlen der verschiedenen Beobachter stimmen wieder nur sehr mäßig überein. Das wird niemand wundern, der die eigentümliche Abschattierung dieser Banden kennt. Man sehe die Photographien im Handbuch Bd. V, Taf. I. Bei Photographien in kleinerem Maßstab, wie im Atlas von Eder u. Valenta, Taf. II, sehen freilich die Banden besser aus.

Harnack (128)	Strutt u. Fowler (130)	Eder u. Valenta (126)	Pollock 129	Kien
	3740			
3788	85			
3839	3835			
96	85	3900		
3955	3945	62		
4003	4010	4007		
20	—	—		4031?
59	—	4068		63?
89	80	—	4100	—
4123	—	4125	—	4114
59	4150	—	—	50
90		90	—	88
4218		4217	—	4217
59		59	—	59
80		82	—	79
4331		4333	—	4333
52		55	—	53
4410		4412	4416	4412
34		34	—	33
92		93	80	93
4521		4525	4539	4515
78		80	—	78
4611		4651	—	4613?
61		63	4651	64
4703		4710	4700	91
55		53	—	4757
91		87	—	89
4843		4847	—	4846
78		82		81
4943		4946	—	4950
80		82	—	82
5052		—	—	5050
91		—	—	91
5156		—	—	5150
5201		—	—	5202
53		5270	—	57

Harnack [123]	Eder u. Valenta [126]	Pollock [129]	Kien
	—	—	5324
	—	—	71
5404	5400	—	5434
97	90	—	80
	—	—	5590
5617	—	—	5679

In der Tabelle habe ich auch die Messungen von Kien noch einmal zum Vergleich abgedruckt. Man sieht, daß oberhalb λ 4257 die Übereinstimmung mit Harnack gänzlich aufhört, während Eder und Valenta noch übereinstimmen. Merkwürdig ist nur, daß die Zahlen von Kien sich den Bandenserien fügen, während es die andern natürlich nicht tun.

Auch für die Jod- und Brom-Verbindung des Cu waren früher nur Zahlen von Derichsweiler vorhanden, während jetzt Eder und Valenta in ihrem Atlas prachtvolle Abbildungen und Messungen geben, die mit Derichsweiler gut stimmen, aber nach Rot und Violett weiter reichen. Auch diese Spektra haben nach Rot abschattierte Banden, das des Bromids ist dem Chlorid sehr ähnlich gebaut. Es folgen die Zahlen von Eder und Valenta.

Brom- und Jod-Verbindung des Cu.

Bromid	Jodid	Bromid (Frerichs)	
5139	5330		
21	5250		
5070	10		
34	5142	5040	I
4955	06	4955	I
4878	5075	4879	I
10	4760	11	II
4748	4685		—
4651	30		—
4580	4575		—
18	23		—
4462	4464		—
42	08		—
4398	4358	4400.17	II dopp.
75	23	4381.52	I u.
42	20	41.12	II
18	4280	20.46	I
4287	61	4288	II u.
62	13	62.82	I
37	4172		—
09	30	10.32	I u.
4158	4098		—
09	—		—
4070	—		—

Hertenstein [132] findet, daß Kupferfluorid im Bogen eine besondere Bande liefert. Er gibt vier Zahlen: 4932.8, 4927.9, 4922.5, 4917.4. Es ist nicht zu ersehen, ob dies Kanten oder beliebige Einzellinien der Bande sind. Der Autor sagt, die Bande liege bei 4920 und laufe nach Violett, womit obige Zahlen nicht übereinstimmen. Andrade [144] bringt Kupfermetall in eine mit Chlor gespeiste und gespaltene Gasflamme und beobachtet die Verteilung der Bandenemission.

In jüngster Zeit hat wieder Frerichs[1]) das Spektrum der verschiedenen Kupferhalogenverbindungen sowohl in der Bogenaureole wie in der Flamme in der II. Ordnung eines großen Rowlandgitters photographiert und mit Registrierphotometer photometriert. Es zeigt sich, daß ähnlich wie bei anderen Verbindungsspektren die Spektra des Cu-Br, CuF, CuBr aus einer ungeheuren Zahl von Einzellinien bestehen, die auch unter den angegebenen Bedingungen nur in gewissen Teilen des Spektrums völlig aufgelöst sind. In diesen Teilen ist dann eine Auflösung in Serien möglich. Dadurch, daß diese Serien einen Gangunterschied und verschiedene Konstanten besitzen, entstehen Stellen, an denen die Linien sich häufen oder auseinandertreten. Bei geringer Dispersion fließen diese Stellen zu scheinbaren Maxima und Minima zusammen. Auch kann von einer Definition der Kanten bei den meisten Banden nicht die Rede sein, so daß bei großer Auflösung das Bild der Spektra wiederum völlig verschieden ist von dem Aussehen der Tafel I in Bd. V. So ist ein Vergleich mit den Zahlen der Tabelle nicht möglich, die sich auf Beobachtungen bei geringer Dispersion beziehen. Für Einzelheiten muß auf die demnächstige Publikation verwiesen werden. Bei der Tabelle für das Spektrum des Kupferbromids sind einige Zahlen beigefügt, da diese Banden auch bei großer Dispersion alle unaufgelöst sind. Die Kanten ordnen sich in zwei Serien, die mit I und II bezeichnet sind.

1) Unpublizierte Messungen.

DENEBIUM (= De).

Literatur.

J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Cassiopeiums, Aldebaraniums, Erbiums und des in weitere Elemente gespaltenen Thuliums. Wien. Ber. 124 IIa p. 707—828 (1915).

Auer von Welsbach hatte gefunden, daß Thulium noch zusammengesetzt sei, und hatte zunächst drei Komponenten als Tu I, Tu II, Tu III bezeichnet, welche aber von ihm nur durch je einige Funkenlinien charakterisiert worden waren (man vgl. Bd. VI p. 724 dieses Handbuchs). Eder hat nun die Verhältnisse zu klären versucht und mit unermüdlichem Fleiß eine ganze Reihe der Fraktionen Auers in ihren Bogenspektren untersucht. Er kommt auf Grund dieser außerordentlich linienreichen Spektren — in einem mißt er 4000 Linien — und der von Fraktion zu Fraktion sich ändernden Intensität auch zu der Annahme, daß im alten Thulium wenigstens drei verschiedene Elemente gemischt sind, welche er als Neo-Thulium (= Nt), Dubhium (= Du) — nach dem Stern Dubhe im Großen Bären — und Denebium (= De) — nach dem Stern Deneb im Schwan — im Einvernehmen mit Auer benennt. Diese drei Elemente sind vorläufig wieder nur durch eine Anzahl von Bogenlinien charakterisiert, die sich in besonderer Weise verhalten; das gibt also natürlich keine Garantie, daß diese Liniengruppen wirklich von je einem Elemente herrühren.

Wie diese drei Elemente sich zu Auers Tu I, II und III verhalten, ist ebenfalls unbekannt, da eben die einen durch Bogenspektra, die andern durch Funkenspektra charakterisiert sind. Vielleicht ist Auers Tu II = Nt, Tu III = Du.

Eder gibt als wahrscheinliche Linien des De folgende an:

7598.85	(2)	5562.09	(2)	Ny?	4931.92	(1)	4650.05	(3)	
7187.06	(1)	24.55	(1)		12.38	(2)	46.38	(3)	
6776.76	(2)	05.47	(2)		4887.45	(2)	4598.32	(1)	
67.55	(2)	5390.75	(2)	Ny?	20.25	(1)	90.82	(2)	
6150.62	(1)	63.66	(2)	Ny?	4751.77	(1)	89.24	(3)	
6048.85	(1)	5195.08	(2)		20.77	(2)	82.87	(6)	
5958.70	(1)	14.02	(1)		04.87	(1)	67.35	(2)	
5755.91	(1)	5074.84	(3)	Ny? Nt?	02.85	(1)	64.01	(3)	Ny?
49.90	(1)	4969.14	(1)		4684.26	(2)	58.55	(1)	
5689.92	(1)	87.01	(1)		51.62	(1)	33.48	(2)	

4529.87	(3)	3698.58	(2) Ny? Nt?	3483.98	(1)	3198.65	(2) Ny?
18.38	(2)	77.95	(3)	60.25	(2)	55.77	(2) Ny? Tu?
4488.26	(2)	75.04	(3) Ny?	60.24	(4)	53.85	(2) Ny? Tu?
72.39	(1)	73.12	(2)	59.08	(1)	36.74	(2) Ny? Tu?
30.21	(3)	71.13	(1)	56.57	(4)	27.81	(1)
29.24	(1)	70.66	(1)	56.40	(1)	25.99	(1)
11.06	(2)	69.70	(5)	52.36	(3)	16.09	(2) Ny?
4398.91	(2)	68.01	(2)	38.80	(4)	00.72	(2) Ny?
52.91	(3)	56.26	(1)	22.44	(1)	3098.58	(2) Ny? Tu?
12.35	(1)	55.70	(4) Ny?	20.35	(2)	93.86	(3) Ny? Tu?
09.81	(3)	54.37	(1)	04.10	(1)	90.89	(3)
00.95	(2)	44.20	(1)	02.25	(1)	81.12	(2) Nt?
4277.72	(3) Ny?	39.48	(3)	3397.51	(3)	37.81	(1)
51.48	(2)	39.01	(2)	91.09	(1)	26.69	(2) ?
32.02	(4)	29.91	(1)	89.46	(1)	15.30	(2) Nt?
10.33	(2)	21.74	(1)	85.01	(2)	2985.08	(2) Ny? Tu?
4174.58	(3)	18.76	(1)	84.68	(1)	84.00	(2) Ny? Tu?
49.07	(4) Nt?	18.00	(1)	82.54	(2)	82.50	(1)
19.26	(2)	13.08	(1)	79.76	(1)	63.43	(1)
09.64	(3)	3591.22	(3)	78.58	(2 u)	2861.39	(5)
4089.70	(4)	67.34	(2)	65.06	(2)	55.90	(1)
49.86	(1)	58.52	(2)	59.21	(1)	2794.72	(2)
07.97	(1) Ny?	36.56	(5)	47.54	(1)	85.07	(1)
07.36	(2) Ny?	25.02	(2)	19.41	(2)	20.18	(2)
3996.52	(3) Nt? Du?	23.70	(1)	3299.49	(1)	2671.98	(2)
93.74	(1)	23.12	(1)	91.00	(3) Ny?	47.41	(1)
90.89	(4)	19.80	(1)	58.10	(2)	2574.50	(1)
3798.18	(2)	15.35	(1)	47.45	(2) Ny? Tu?	73.13	(1)
74.80	(1)	12.66	(2)	41.52	(3) Ny? Tu?	61.65	(2)
19.69	(2)	11.27	(2)	40.22	(2) Ny? Tu?	52.72	(3)
15.40	(1)	04.00	(2)	27.45	(1)	38.68	(3) Ny?
14.17	(1)	00.33	(2)	07.78	(2)	12.06	(3)
10.30	(3)	3499.42	(2)	06.88	(3)	2488.14	(1)
3699.45	(3)	88.43	(3)	01.15	(3) Ny?	2398.04	(2)

DUBHIUM.

Literatur.

1. J. M. Eder. Das Bogenspektrum des Cassiopeiums, Aldebaraniums, Erbiums und des in weitere Elemente gespaltenen Thuliums. Wien. Ber. 124 IIa p. 707—828 (1915).
2. J. M. Eder. Das Bogenspektrum des Yttriums, des Erbiums und ihrer Zwischenfraktionen. Wien. Ber. 125 IIa p. 383—491 (1916).

Dieses problematische Element wird von Eder für eine Komponente des Thulium gehalten. Man vergleiche das bei Denebium Gesagte.

Eder gibt in der Abhandlung [1] ein Verzeichnis der zu Du gerechneten Linien; in [2] nimmt er eine der genannten Linien zurück; sie ist daher in folgender Liste nicht enthalten.

7558.29	(5)?	4206.02	(1) Nt?	3559.86	(3)	3181.89	(3)
7272.63	(1) Nt?	4199.92	(1) Nt? De?	58.69	(2)	81.66	(3)
6779.86	(8)	90.70	(8)	54.30	(3)	3158.98	(1)
68.94	(3)	42.91	(2) Y?	53.19	(3)	49.14	(2)
21.86	(3)?	38.37	(3)? Nt?	52.73	(1)	48.49	(1)
6692.90	(2)?	4091.80	(1) Er?	48.24	(2)	35.26	(1) Nt?
87.59	(2) Er?	88.05	(1)	47.53	(2)	3019.76	(2) Nt? Er?
6519.74	(2)	55.81	(1)? Nt?	45.85	(3)	15.31	(3) Nt? Er?
6430.89	(3)	25.57	(2)?	00.57	(1)	08.91	(1)
6352.63	(3)	3996.52	(2)	3485.87	(4)?	2969.48	(1)
6181.37	(3)	78.08	(2	74.18	(2)	59.62	(1)
75.27	(3)	49.30	(2)	69.13	(1)	25.88	(1)
31.55	(3)	3719.32	(4)	61.21	(2) Nt?	16.47	(1)
5971.24	(4)	06.52	(2)	38.84	(2)?	13.98	(1)
35.95	(3)	04.84	(4)	34.65	(3) Nt?	2861.72	(1)
5675.88	(10)	03.29	(2)	12.62	(3)	54.10	(1)
58.29	(4)	01.40	(6)	·07.91	(1)?	44.67	(2) Nt?
45.37	(2)	3681.02	(1)	3348.70	(3)	27.92	(2)
5565.99	(4)	69.00	(4)?	41.87	8	27.02	1
5391.96	(3)	64.45	(4)	23.21	(4) Nt? Er?	14.44	(1)
46.46	(4) Nt?	62.02	(3)	3291.02	(3) Nt? Ny?	2786.16	(1)
05.86	(4)	60.78	(3)	85.62	(3)	56.69	(1)
5066.70	(2)	59.56	(3)	69.42	(3)	44.05	(1)
4966.97	(2) Nt? De?	50.38	(4)	66.66	(4)?	2697.49	(1)
4681.90	(2) Nt?	45.92	(5)	64.80	(5)	60.10	(2)
55.10	(3) Nt?	33.53	(4)?	58.07	(3)	58.49	(1)
34.23	(2)	33.24	(3)	51.63	(3)	24.32	(3) Nt?
25.13	(2)	32.76	(2)?	47.50	(5)?	07.08	(3) Nt?
15.92	(2) Du? Er? Nt?	28.68	(2)	45.88	(3) Nt?	2588.29	(2)?
04.85	(1) Nt?	28.03	(3)	44.07	(1)	63.89	(1)
4596.73	(3)	16.59	(5)?	41.55	(4)?	61.65	(2)
48.59	(3)	12.49	(3)	40.24	(3) Nt? Ny?	42.70	(1)
4481.27	(2) Nt? Er?	08.85	(5) Nt? Er?	30.60	(6)	27.42	(1)
54.06	(2) Nt?	3580.51	(4)?	30.18	(2)	2481.14	(1)
4359.93	(3)? Er? Nt? Ny?	68.68	(2)	03.44	(3)	45.49	(1)
18.40	(2) Nt?	63.87	(3)? Nt? Ny?	3195.85	(3) Nt?	40.70	(1)

DYSPROSIUM (Dy = 162.5, Z = 66).

Literatur.

[13] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa, p. 9—41 (1910).

[14] F. Exner und E. Haschek, Zur Spektroskopie der seltenen Erden. Wien. Ber. 119 IIa, p. 771—778 (1910).

[15] L. Bruninghans, Recherches sur la phosphorescence. Ann. chim. et phys. 8 21 p. 210—288 (1910).

[16] A. D. Ross, On the detection of the element dysprosium in the solar chromosphere. Monthly Not. 71 p. 671—673 (1911).

[17] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck Leipzig und Wien bei Deuticke. 2. Aufl. Bd. II und III, 1911, 1912.

[18] H. C. Jones and W. W. Strong, The absorption spectra of comparatively rare salts . . . Americ. chem. J. 47 p. 27—85 (1912). Siehe p. 50.

[19] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektra. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).

[20] E. Paulson, Constant differences in line-spectra. Astrophys. J. 40 p. 298—310 (1914).

[21] Manne Siegbahn und Einar Friman, Über einen Vakuumspektrophen zur Aufnahme von Hochfrequenzspektren . . . Phys. Zs. 17 p. 176—178 (1916).

[22] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 (1916). Dissert. Lund 49 pp. 1916.

[23] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioakt. 13 p. 296—341 (1916).

[23a] J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Dysprosiums. Wien. Ber. 127 IIa p. 1099 bis 1228 (1918).

[24] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektra. Ann. d. Phys. (4) 57 p. 347—375 (1918).

[25] M. Siegbahn u. E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen. Phys. Zs. 20 p. 251—256 (1919).

[26] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektra. Diss. Lund 1919. 72 pp.

[27] W. Duane und Takeo Shimizu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Physic. Rev. (2) 14 p. 522—524 (1919).

[28] F. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Elemente W bis Cu. Zs. für Phys. 3 p. 262—286 (1920).

[29] F. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. für Phys. 7 p. 341 bis 350 (1921).

[30] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. Naturw. 10 p. 369—381 (1922).

[31] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioakt. 18 p. 240—292 (1922).

Bisher lag nur eine Messung vor, welche von Eberhard an Material von Urbain ausgeführt worden war, das Bogenspektrum von λ 4527 an abwärts. Seitdem haben erst Eder und Valenta [13] den sichtbaren Teil des Bogenspektrums mit einem von Auer von Welsbach hergestellten Präparat aufgenommen, dann Exner und Haschek [14] das Bogen- und Funkenspektrum

desselben Materials. Endlich hat Eder [23a] das ganze Bogenspektrum zwischen λ 6998 und λ 2286 mit einem noch reineren Präparat von Auer gemessen. Der Vergleich mit den Eberhardschen Ergebnissen zeigt, daß es auch Urbain gelungen war die Erde sehr rein zu erhalten; das ist wichtig, weil mit ihr die Atomgewichtsbestimmung ausgeführt ist.

Das Spektrum ist ungeheuer linienreich: Die Tabelle von Eder enthält 4385 Linien, die des Bogens von Exner und Haschek 3312. Im übrigen stimmen alle genannten Messungen recht gut überein. Unter diesen Umständen wird es genügen, wenn ich nur die besten Zahlen, die letzte Messung von Eder, angebe. Aber um die Tabelle erheblich zu kürzen, lasse ich alle Linien von der Intensität 1 fort, und in dem linienreichsten Stück des Spektrums, zwischen λ 5000 und λ 3000 auch die von der Intensität 2. Es bleiben immer noch an 1500 Linien übrig, die mehr wie genügen, um das Element spektroskopisch zu charakterisieren.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6899.42	4	6472.02	3	6332.02	2	6208.00	2	6067.84	3	5938.17	2
53.08	4	68.60	3	31.09	3	06.29	2	63.50	2	29.68	2
35.51	6	60.86	3	29.17	2	03.98	3	58.21	4	27.91	3
6765.90	4	50.60	3	26.85	2	6199.20	3	50.00	2	24.58	3
57.58	2	44.17	2	23.21	3	96.28	4	44.47	2	22.40	2
47.96	3	43.72	3	20.42	2	89.78	3	38.68	2	16.70	2
1308	2	41.83	2	20.28	2	84.69	2	31.03	3	15.18	3
00.65	3	36.55	3	18.75	2	78.40	2	25.06	2	09.20	3
6670.22	2	35.64	3	17.24	3	70.47	2	23.63	2	07.09	2
67.93	6	34.96	2	00.45	2	68.48	6	21.63	2	03.33	2
61.72	4	32.97	2	6299.25	2	65.59	4	18.58	3	02.49	3
58.42	3	27.71	2	96.96	3	58.34	4	17.31	4	5897.68	2
54.28	3	27.30	3	95.78	2	51.43	2	13.68	2	95.97	3
43.41	4	21.94	6	93.48	3	50.65	3	10.86	5	93.28	3
25.50	2	18.47	3	91.67	4	44.91	2	09.87	2	90.02	3
14.97	2	02.35	4	88.96	2	38.30	2	08.96	4	87.54	2
11.85	2	6396.68	5	78.92	3	33.64	4	03.82	4	68.18	3
6594.22	3	90.68	2	78.02	2	27.15	3	00.95	3	64.04	3
91.74	2	88.41	2	71.15	7	26.49	3	5992.68	2	59.62	2
79.42	6	87.58	2	70.82	3	21.68	2	91.67	3	56.07	2
74.31	2	86.88	5	65.54	2	19.64	3	88.59	2	52.55	2
65.17	3	77.70	3	61.14	2	15.69	3	86.05	3	50.15	2
58.06	3	75.06	2	60.40	4	15.26	3	84.95	4	48.14	2
53.21	2	59.73	3	59.14	10	14.00	4	82.56	2	45.65	2
48.29	3	55.08	2	55.44	2	07.58	4	79.99	2	45.37	3
39.41	2	53.59	2	54.24	3	06.14	3	78.28	2	40.31	3
32.40	2	53.12	2	50.56	2	03.72	3	74.52	5	35.01	2
28.03	2	52.64	2	49.90	2	03.36	3	70.71	2	34.97	2
19.15	3	49.06	2	46.88	3	6099.61	3	70.18	2	33.94	2
13.10	2	48.33	2	39.25	2	90.88	3	66.52	3	32.08	3
6498.58	2	45.94	2	30.65	2	89.30	2	64.58	2	07.68	2
96.95	2	43.32	5	29.76	3	88.27	6	61.82	2	05.55	3
86.68	5	42.56	2	21.66	2	85.07	4	55.55	2	02.72	2
83.62	4	41.33	3	16.60	2	76.99	2	45.86	2	00.77	2
80.97	2	38.06	3	13.44	3	74.55	2	41.55	2	5789.29	2
74.98	3	33.78	2	12.70	4	73.78	2	36.59	2	87.24	2

5771.19	2	5634.71	2	5483.86	3	5316.98	2	5160.90	3	5027.85	4
66.97	3	29.75	2	79.94	2	12.64	2	59.07	3	27.00	2
61.86	2	27.49	4	77.24	3	11.88	6	56.74	2	24.51	3
58.81	3	24.97	2	72.61	2	10.08	2	55.25	4	23.90	3
58.25	2	22.48	2	71.90	3	09.03	5	51.32	2	22.12	4
54.23	2	20.58	2	69.12	3	01.59	5	50.12	2	20.11	2
53.67	3	18.46	2	60.61	3	00.30	2	47.16	2	17.90	3
50.50	3	13.24	4	58.11	2	5297.83	2	45.18	3	12.22	3
45.57	2	09.86	2	55.45	5	90.01	2	41.60	2	10.59	3
40.23	3	05.64	4	51.09	5	87.99	2	39.61	3	07.37	3
35.78	2	02.41	2	49.93	2	84.99	2	36.25	2	03.86	5
32.95	2	00.67	5	43.35	3	82.07	3	35.00	3	00.10	2
28.65	3	5598.26	2	36.66	2	79.71	3	31.97	3	4999.00	3
28.31	3	97.36	2	26.70	5	78.34	2	30.97	2	95.35	3
25.82	2	92.30	3	25.22	2	77.88	2	29.81	3	94.83	3
22.11	2	91.64	2	24.28	4	77.42	2	28.98	3	85.53	3
20.06	2	89.96	2	23.30	5	75.30	3	27.44	2	74.98	4
18.48	3	84.33	2	20.74	2	74.09	2	23.14	3	73.68	3
15.04	2	83.19	2	19.12	4	72.24	4	22.42	2	71.79	3
14.70	2	74.39	2	10.85	2	67.13	3	20.01	5	68.08	3
13.92	2	73.95	2	09.72	2	63.58	2	13.43	2	59.59	3
11.05	2	68.16	3	07.78	2	60.58	5	10.30	3	57.41	15
07.84	4	67.24	3	04.16 Fe?	4	59.91	3	07.98	4	53.38	3
02.91	4	66.32	3	5399.94	2	58.38	2	06.86	2	51.00	3
5699.40	3	65.56	2	95.57	4	55.04	2	06.31	3	42.84	3
98.73	3	64.12	2	92.04	3	50.78	2	02.83	3	36.81	3
95.90	3	62.49	3	91.24	2	49.63	2	5099.84	2	33.85	3
94.52	2	59.18	2	89.58	6	48.12	3	97.40	2	31.00	3
93.63	2	57.51	2	85.67	3	46.93	3	95.22	2	23.14	6
91.02	2	55.64	2	81.85	2	42.47	2	92.20	3	22.19	4
90.42	2	54.81	2	81.36	2	38.84	2	90.83	5	18.25	3
87.68	2	48.39	2	80.68	6	36.22	2	88.41	2	16.41	4
85.58	4	47.27	5	79.58	2	32.95	2	86.80	2	14.74	3
83.04	3	44.67	2	76.11	2	27.79	2	80.74	2	01.92	3
79.88	2	44.06	2	70.61	2	26.90	3	80.11	2	4899.24	4
78.38	2	43.15	2	69.28	2	21.96	3	77.64	3	97.12	3
77.71	4	42.23	2	68.19	3	20.30	3	71.68	2	95.84	3
73.02	2	38.29	2	56.15	3	15.40	2	70.56	2	93.69	4
71.27	4	35.26	3	52.14	3	14.36	3	65.57	2	90.12	3
70.32	2	34 37	2	48.36	2	12.40	2	63.38	2	89.81	6
66.44	3	32.10	2	43.57	2	06.86	2	61.56	2	88.06	3
65.61	2	30.58	2	40.30	3	05.69	3	56.20	2	84.51	3
64.86	2	28.04	4	37.42	3	5197.66	3	55.42	3	82.00	3
63.90	3	22.40	2	34.07	2	96.85	2	53.29	4	80.14	3
61.36	2	21.36	2	33.04	2	92 80	3	52.00	3	75.92	3
59.29	2	19.92	2	30.78	2	88.47	2	47.25	3	75.44	3
54.72	3	15.40	4	29.85	2	85.12	3	46.29	2	73.18	3
53.56	2	14.50	2	28.96	2	75.06	3	43.59	2	68.04	5
52.00	6	11.90	3	28.25	2	73.81	2	42.62	3	59.06	3
51.38	2	11.31	3	26.68	2	72.81	3	40.54	2	56.23	4
49.88	2	06.50	3	24.69	4	71.85	2	40.20	2	55.58	3
46.04	4	02.78	2	22.22	2	69.64	6	39.05	2	52.52	3
45.52	2	5496.88	3	21.69	3	66.81	4	32.96	6	51.47	3
41.54	4	91.79	2	19.26	2	65.36	4	32.68	3	45.72	4
39.50	5	90.83	2	18.15	2	64.06	3	29.20	3	44.87	3

λ	I	λ	I	λ	I	λ	I	λ	I	λ	I
4843.73	3	4694.39	3	4508.11	3	4258.60	3	4124.65	5	4000.48	3
43.40	3	92.73	3	06.96	3	58.10	3	19.38	3	3996.70	5
41.79	4	90.24	3	03.26	5	56.33	3	18.01	3	94.53	3
40.48	4	89.77	3	02.60	3	47.36	3	17.05	3	93.60	3
33.79	4	82.01	4	4499.26	3	45.92	5	13.05	3	91.32	4
32.43	5	81.01	3	96.41	3	43.43	3	11.34	3	90.34	3
30.88	3	75.81	3	84.37	4	39.82	4	05.97	3	88.90	3
29.69	4	72.50	3	80.68	3	34.83	3	05.05	3	86.05	3
28.95	5	68.20	3	68.16	5	32.02	4	03.88	3	84.24	3
26.57	3	67.79	3	55.49	5	25.14	6	03.34	3	83.67	5
25.00	5	64.68	4	53.61	5	22.21	4	4096.78	3	81.90	5
21.31	3	62.76	4	49.71	3	21.10	3	96.12	3	81.37	3
19.05	4	62.20	3	44.61	4	18.09	6	93.68	4	79.46	4
12.76	3	60.80	3	35.78	3	16.96	3	92.43	3	78.57	6
10.22	3	51.54	4	35.02	4	15.12	6	91.77	5	75.04	3
07.94	3	50.17	3	31.00	4	14.38	3	91.53	3	73.87	3
04.55	3	46.74	3	26.87	3	13.18	4	89.49	3	68.43	20
02.08	3	43.49	4	09.38	3	11.75	10	87.22	5	67.50	3
00.68	3	35.32	3	08.05	3	11.20	3	85.36	4	62.58	4
4798.48	3	31.51	3	4394.98	5	07.68	3	85.14	3	57.78	5
94.90	4	28.07	3	89.78	3	06.54	5	83.74	3	54.55	4
92.88	4	27.20	4	86.82	3	05.03	3	83.10	3	50.89	4
91.30	4	25.99	3	85.29	3	4199.00	3	79.27	3	50.38	3
86.94	5	24.10	5	84.30	3	97.93	3	77.98	10	46.92	3
85.31	3	22.34	3	75.33	5	95.22	3	77.35	3	44.70	10
84.90	3	20.02	4	74.80	5	94.85	3	73.15	5	38.04	4
81.88	3	17.25	3	74.27	5	91.60	5	66.70	3	38.00	3
81.05	3	14.82	3	66.78	4	90.90	3	65.39	3	37.16	3
75.80	6	12.27	3	64.28	3	86.78	3	60.58	3	36.69	3
74.80	3	06.04	3	61.89	3	83.68	6	57.40	3	36.03	3
71.95	3	4599.84	3	60.22	3	82.42	3	55.13	5	34.17	3
69.68	3	95.18	3	58.50	5	71.95	4	53.86	3	32.97	3
64.70	4	91.73	3	47.74	4	70.55	3	53.34	3	32.20	4
63.81	3	90.55	3	46.88	3	69.18	4	50.58	5	31.55	5
61.84	3	89.35	10	39.68	4	67.99	10	49.35	3	31.26	3
56.68	4	87.98	4	38.43	3	64.74	3	48.90	3	30.15	4
55.00	4	86.18	3	31.14	3	62.25	3	47.73	3	27.88	3
48.19	3	85.73	3	29.89	3	60.24	3	46.00	10	24.46	3
45.77	6	81.49	3	28.90	4	59.34	3	41.98	4	23.35	3
43.04	3	77.80	6	27.96	3	53.36	3	38.84	3	15.55	3
41.51	4	73.88	3	25.14	4	53.11	3	38.51	3	14.88	3
40.92	4	67.06	3	23.85	3	52.43	3	36.34	4	04.14	3
38.50	3	66.22	3	22.55	3	46.06	6	33.67	3	3898.54	6
34.42	3	65.10	4	13.90	3	45.59	3	32.44	3	92.87	3
31.85	10	57.36	3	11.92	3	43.10	5	28.37	4	91.90	3
28.91	5	55.23	3	08.67	5	41.49	6	27.79	3	53.02	3
27.14	5	50.90	3	02.72	3	39.56	3	24.45	3	46.99	3
26.32	3	50.01	3	02.57	3	38.54	3	23.70	3	46.39	3
24.20	3	45.35	3	4295.01	6	34.14	3	20.88	3	44.30	3
23.88	3	41.69	4	91.94	4	33.38	3	19.43	3	42.98	3
21.22	3	38.74	3	79.76	3	31.04	4	14.72	3	41.39	3
09.22	3	36.15	3	76.74	5	30.42	4	13.80	4	41.31	3
06.78	3	27.74	5	73.14	3	29.44	4	12.56	3	40.91	3
03.48	4	19.79	3	69.54	3	29.13	3	11.32	3	40.44	3
4698.78	4	16.94	4	67.90	3	28.29	3	10.08	3	39.80	3

3838.67	3	3677.99	3	3614.08	4	3551.12	3	3501.84	3	3439.31	3
36.49	6	77.26	3	13.06	3	50.20	3	01.46	4	38.99	4
32.92	3	76.56	3	12.75	3	49.25	4	3499.80	4	37.52	3
31.64	4	76.00	3	11.14	3	48.70	3	98.93	4	36.95	3
31.03	3	74.44	3	09.24	3	48.18	3	98.67	4	35.92	4
28.19	3	74.08	4	06.12	4	47.53	3	97.80	5	34.37	4
17.54	3	73.14	5	04.36	3	46.88	6	96.27	4	32.84	3
16.78	5	72.66	4	03.15	3	45.74	3	94.47	3	32.56	4
16.14	3	72.30	5	02.82	4	44.21	3	94.13	4	31.78	3
13.65	3	71.68	3	01.40	3	42.87	3	92.49	3	29.45	5
13.14	3	66.85	4	00.84	6	42.30	5	90.63	3	29.02	4
12.30	3	66.31	3	3598.27	4	41.86	3	88.97	4	28.46	3
09.84	4	65.20	3	97.95	3	41.29	3	88.27	3	26.47	3
09.06	3	64.96	3	96.49	3	40.67	4	87.59	4	25.35	3
06.24	6	64.61	4	96.05	4	39.62	3	87.21	3	25.05	5
04.12	4	61.75	3	95.04	4	39.34	3	86.14	3	23.82	3
01.88	3	61.26	3	93.15	3	38.50	5	85.89	4	23.25	4
3799.95	3	56.85	3	92.12	5	37.70	3	84.98	6	22.84	4
91.82	3	56.38	3	91.81	5	36.56	4	82.75	3	22.59	3
88.46	3	55.90	3	91.43	5	36.04	5	82.03	3	21.32	3
86.21	6	55.60	4	90.66	3	34.96	5	80.83	4	19.62	5
85.41	3	54.85	3	86.10	4	34.48	4	80.41	3	18.11	5
83.98	3	54.17	3	85.76	4	33.70	3	78.46	3	17.15	5
83.57	3	52.28	3	85.09	5	32.43	3	77.94	3	16.41	3
82.87	3	48.76	5	84.42	5	31.69	10	77.05	3	15.68	4
81.48	3	48.40	3	81.99	3	30.54	3	76.36	3	15.32	3
77.45	3	45.86	3	80.02	4	29.00	5	75.83	3	14.82	4
74.82	4	45.40	3	79.08	3	28.51	3	74.80	3	13.77	6
73.04	3	43.89	5	77.98	5	27.97	3	73.70	4	12.46	3
71.08	3	40.80	3	76.90	6	26.92	5	71.55	4	11.60	3
67.62	3	40.24	5	76.25	6	25.74	3	71.12	4	11.21	3
57.87	4	39.86	3	74.19	4	24.92	3	70.18	3	10.72	3
55.87	3	37.27	2	73.82	4	24.60	3	68.78	3	09.43	3
54.77	3	36.44	3	73.04	3	24.03	5	68.43	5	08.12	5
53.76	3	35.26	4	71.68	3	21.85	3	67.85	3	07.78	3
53.48	3	34.26	5	71.02	3	21.12	5	63.87	5	07.14	5
51.78	3	33.77	3	69.67	4	19.75	5	63.36	4	06.75	4
47.30	3	33.00	4	68.99	3	17.27	5	61.93	3	05.64	4
41.18	3	32.78	4	66.80	4	16.15	3	60.97	4	04.96	4
24.42	5	30.47	4	66.07	4	15.64	4	60.39	3	02.79	3
18.84	3	30.18	5	65.65	3	15.07	3	60.06	3	02.01	3
11.65	3	29.42	5	65.34	3	14.48	4	59.30	3	3399.33	3
10.08	3	27.40	3	64.18	4	12.62	6	58.99	3	98.35	3
01.62	3	26.76	3	63.67	6	11.69	3	56.57	5	96.87	3
00.59	3	25.71	3	63.13	6	11.00	3	54.86	6	96.17	3
3698.28	3	24.25	4	62.66	4	10.08	4	49.90	5	94.00	3
98.18	4	20.56	3	60.13	4	09.41	3	47.78	4	93.59	6
97.25	4	20.18	4	59.27	4	09.00	3	47.26	3	91.97	4
96.86	3	19.96	3	58.21	5	07.53	3	46.97	5	91.15	5
95.61	3	19.47	3	57.60	3	06.80	5	45.58	5	89.42	3
94.74	6	18.45	3	55.96	3	05.84	6	44.25	3	88.87	4
94.36	3	18.08	3	55.28	3	05.45	5	42.52	3	87.79	3
85.74	3	17.24	3	53.55	4	04.51	5	41.44	5	87.24	3
84.88	3	16.35	3	53.19	3	03.18	4	40.94	5	86.60	3
78.48	3	16.06	3	51.59	5	02.08	3	40.43	3	86.08	6

3381.56	3	3318.16	3	3238.73	4	3110.73	3	2906.39	3	2600.78	3
78.86	3	17.09	5	38.20	3	09.73	3	04.69	2	00.18	3
78.40	4	16.34	5	36.64	4	08.83	3	00.83	2	2598.93	2
78.20	3	13.29	3	35.87	5	03.23	3	2891.03	2	92.51	2
77.11	5	12.71	5	32.63	4	01.91	3	90.75	2	91.51	2
76.61	4	10.98	3	29.96	3	3095.71	3	85.51	2	85.35	2
76.34	4	08.87	6	29.35	3	82.51	3	84.29	2	79.93	2
76.01	3	06.18	4	28.97	3	73.55	3	81.09	2	73.36	2
75.75	3	05.48	5	26.37	3	71.92	3	77.90	3	72.50	2
74.28	3	03.17	3	26.00	5	66.98	3	76.42	2	71.22	2
72.75	3	02.47	3	25.07	3	63.85	4	62.63	2	66.23	2
71.76	5	3299.15	3	23.28	4	62.62	3	60.17	2	60.17	3
70.85	4	98.35	3	21.56	5	61.43	3	57.08	2	57.94	2
69.64	3	97.63	3	20.44	3	60.65	3	56.41	2	52.32	2
68.10	4	96.31	3	17.36	3	60.30	3	52.14	3	45.12	2
65.80	3	93.83	4	16.61	5	56.97	3	37.61	2	43.83	2
64.34	3	91.12	3	15.18	4	49.14	3	37.00	2	32.35	2
63.43	3	89.85	3	14.61	3	47.58	3	35.16	2	17.59	2
60.62	3	88.66	3	12.66	3	43.46	4	28.36	2	13.57	2
59.48	5	87.98	4	12.03	3	43.15	4	25.44	3	10.31	2
58.95	3	86.58	3	08.81	4	38.28	3	16.38	3	2490.62	2
58.60	4	84.37	3	07.10	3	25.61	3	11.42	2	85.09	2
58.25	4	82.78	5	06.38	3	16.98	3	10.84	2	80.92	2
56.21	4	81.63	3	3193.63	4	2993.10	2	02.70	2	71.40	2
55.07	3	80.06	4	87.65	3	92.40	2	01.39	2	60.00	2
53.57	5	79.67	3	86.35	3	91.60	2	00.34	3	55.16	2
52.70	5	79.49	3	84.75	3	91.43	2	2799.73	2	38.86	3
48.81	3	78.31	3	78.83	3	89.78	2	98.89	2	36.94	2
47.79	4	75.89	3	77.85	4	85.93	3	81.56	2	36.13	2
46.13	3	72.74	3	74.87	3	77.41	2	72.59	3	22.75	3
42.64	3	69.12	5	70.71	3	75.81	3	71.18	2	10.00	2
41.85	4	66.20	4	69.96	4	64.64	3	66.46	2	02.25	2
41.40	4	65.09	3	64.06	3	62.36	2	57.08	2	2392.12	2
41.00	5	60.70	3	62.79	4	57.74	2	55.73	3	87.36	2
39.49	4	60.01	3	56.49	3	53.70	3	52.13	2	82.80?	2
35.83	3	57.34	3	52.35	3	52.10	2	49.38	2	81.93	3
34.43	3	56.27	4	51.87	3	50.30	2	40.72	2	73.83	2
34.13	4	52.21	3	46.13	3	48.30	3	2692.85	2	70.24	2
32.04	3	51.90	3	45.19	3	47.16	3	89.29	2	62.59	2
31.23	4	51.29	3	43.78	3	44.55	2	79.87	2	57.35	2
30.60	3	48.37	3	41.10	4	41.08	2	76.84	2	56.90	2
28.79	4	45.16	4	40.61	3	34.50	3	68.06	2	52.05	2
27.91	3	43.78	3	35.34	4	29.21	2	45.32	2	52.54	2
27.08	3	42.52	3	28.37	3	27.09	2	34.81	3	49.60	2
26.17	3	40.87	3	26.16	3	17.95	2	26.81	2	25.81	2
24.19	3	40.06	3	20.16	3	13.96	3	23.69	2	19.73	2
19.87	6	39.59	3	17.48	3	09.33	2	08.67	2	2286.86	1

Röntgengebiet (X.-E.)

	Stenström [24]
M	
α	9509
β	9303

Röntgengebiet (X.-E.).

	Hjalmar [28]	Friman 22	
L			
α_2	1915.64	1916	$L_1 - M_2$
α_1	1904.60	1907	$L_1 - M_1$
β_4	1718	1721	
β_1	1706.58	1709	$L_2 - M_2$
β_3	1680	1683	
β_2	1619.75	1622	$L_1 \quad N_1$
γ_1	1467	1470	
γ_2	1419	1422	
γ_3	1415	1418	

Eberhard [12] hatte gemeint, ein Vergleich seiner Messungen mit denen Rowlands der Fraunhoferschen Linien beweise sicher die Anwesenheit von Dy in der Sonne. Dieselbe Ansicht wiederholt dann Ross [16]. Eder kommt nun, nach Kenntnis des ganzen Spektrums dazu, zu sagen, man könne eher das Gegenteil behaupten. Wenn auch natürlich einige Linien zufällig nahezu koinzidieren, so fehlen ganz sicher in der Sonne die meisten stärkeren Linien des Dy.

Paulson [19, 20] untersucht die 25 stärksten Linien nach der Messung von Eberhard und findet einige Male die gleiche Schwingungsdifferenz. Die Wellenlängen und Schwingungsdifferenzen sind:

4111.50 4256.50	828.54	4050.78 4078.28	136.67
3968.55 4108.45	828.39	3978.70 4000.59	137.52
3944.88 4078.11	828.48		

In der Literatur ist noch eine Abhandlung von Imes und Strong [18] angegeben, die das Absorptionsspektrum des Chlorids in Wasser, in Methyl- und Äthyl-Alkohol, und das des Nitrates in Wasser bespricht und schöne Photographien gibt. — Die Arbeit von Bruninghaus [15] bespricht mögliche Beziehungen zwischen Absorption und Phosphoreszenz und sei nur erwähnt.

Dy zeigt im Bogen auch ein Bandenspektrum, wenn auch nicht sehr deutlich. Eder beschreibt es in folgender Weise: Die erste Bande hat ihre Hauptkante bei 5693 und verläuft nach Rot; das Maximum der Helligkeit liegt bei 5742. Die zweite verwaschene Bande hat ihr Maximum bei der Kante 5404. Die dritte gut definierte Bande hat ihre Hauptkante bei 5263, die weiteren Kanten bei 5316, 5299, 5286, 5274. Eine andere Kante liegt bei 5248. Außer diesen nach Rot abschattierten Banden ist auch eine nach Violett abschattierte vorhanden mit Kante 5166. Die Kanten erscheinen besser mit dem Oxyd, als mit dem Chlorid, werden also vom Oxyd erzeugt.

Im Gebiet der Röntgenstrahlen haben Siegbahn und Friman [21, 22, 23] die ersten Messungen in der L-Reihe gemacht, Stenström [24, 26] in der M-Reihe.

Die Messungen in der L-Reihe sind dann von Hjalmar [28, 29] verbessert und vervollständigt worden. In der Tabelle p. 374 sind die Bezeichnungen nach Siegbahn [31] und Wentzel [30], letztere in der letzten Spalte gegeben. Als Absorptionsgrenze finden Siegbahn und Jönsson [25] 2294, Duane und Shimizu [27]: 2308 (K-Reihe).

EMANIUM.

Literatur.

[1] F. Giesel, Über den Emanationskörper Emanium). Ber. chem. Ges. 37 p. 1696 bis 1699 (1904).

[2] J. Hartmann, Über das Spektrum des Emaniumlichtes. Physik. Zs. 5 p. 570 bis 571 (1904).

Giesel hatte aus radioaktiven Körpern eine Substanz abgeschieden, die er für ein radioaktives Element hielt und Emanium nannte. Er glaubte, im Spektrum drei Linien zu finden. Hartmann erhält photographisch eine Linie 4885.4, die 19.7 A. E. breit ist; ferner einen schwachen kontinuierlichen Grund bis 3600, vielleicht bei 4760 noch eine Spur einer Linie. Optisch mißt er die beiden andern zu 5300 ± 6 und 5909 ± 10.

EMANATION oder EXRADIO.

Literatur.

[11] A. Debierne, Sur l'émanation du radium. C. R. 148 p. 1264—1267 (1909).

[12] Sir E. Rutherford and T. Royds, The action of the radium emanation upon water. Phil. Mag. (6) 16 p. 812—818 (1908).

[13] H. E. Watson, The spectrum of radium emanation. Proc. Roy. Soc. A. 83 p. 50—61 (1909).

[14] R. W. Gray and Sir W. Ramsay, The density of Niton (radium emanation) and the disintegration theory. Proc. Roy. Soc. A. 84 p. 536—550 (1911).

[15] H. Giebeler, Spektrographische Beobachtungen der Nova Geminorum 2 am Bonner Refraktor. Astron. Nachr. 191 Nr. 4582 p. 393—404 (1912).

[16] F. Küstner, Über die feinen scharfen Absorptionslinien im Spektrum der Nova Geminorum 2 vom Jahre 1912. Astron. Nachr. 194 Nr. 4654 p. 369—396 (1913).

[17] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. V. The spectra of the monatomic gases. Phil. Trans. A. 220 p. 335—468 (1920).

[18] R. S. Nyswander, S. C. Lind and R. B. Moore, The spectrum of radium emanation. Phys. Rev. 15 p. 289 (1920).

Die Kenntnis des Spektrums der Emanation hat geringe Fortschritte gemacht. Watson [13] hat eine neue Messung veröffentlicht; wie weit seine Genauigkeit reicht — er nimmt an 0.5 A — ist schwer zu sagen, ebenso, ob das Spektrum frei von Verunreinigungen ist. Eine ganze Reihe der Linien, welche man nach Royds [9] für Xenon-Linien halten sollte, findet sich auch bei ihm. Übrigens bezweifelt Hicks [17] die Richtigkeit dieser Zuordnung. Es folge die Tabelle von Watson:

7057.	8	5546.6	0	4856.4	4	4578.0	8	4236.4	0	3981.75	9
6749.	0	5394.4	8	29.4	4	47.0	4d	24.2	4d	71.82	7
6627.	0	86.3	2	17.78	7	27.87	2	07.4	0	65.0	2
6605.	0	71.5	2	4797.3	2	13.4	1	03.27	10	57.32	3
6361.	1	63.0	2	93.2	2	08.00	6	4198.1	2	51.6	2
6309.	5	5255.0	1	85.8	0	03.52	3	87.97	4	31.97	2
6270.	0	38.0	0	68.77	7	4459.3	7	70.08	3	30.9	0
6224.	2	5194.9	0	52.4	1	39.6	3	66.48	10	27.1	0
6204.	0	19.5	3	32.2	1	34.4	5	60.57	1	04.9	0
6079.3	0	5084.66	10	21.8	5	02.9	1	14.62	6	3867.68	2
5977.4	3	45.0	4d	02.33	5	4392.6	1	4094.4	2		
44.9	2	33.3	1	4681.01	9	83.47	4	88.1	2		
5888.8	0	4991.7	0	58.8	0	71.69	5	73.9	1		
5765.2	1	4978.87	10	44.36	9	49.91	10	55.4	2		
16.1	6	58.0	2	25.66	10	35.0	1	51.1	2		
5683.0	0	50.2	4	09.70	7	07.57	10	39.5	2		
08.4	0	15.7	4	04.58	9	4296.7	1	33.9	0		
5582.60	8	4891.3	4	4586.2	1	80.5	1	17.92	7		

Debierne [11] sagt nur, er finde keine Abweichung gegen Rutherford und Royds. Nyswander, Lind und Moore [18] kündigen neue Messungen an, sie sind mir aber nicht zu Gesicht gekommen. — Gray und Ramsay [14] ermitteln die Dichte von Emanation zu 226.4. — Ramsay hatte behauptet, Emanation erzeuge aus Wasser Neon; das widerlegen Rutherford und Royds [12].

Hicks [17] findet gewisse Triplets und Stücke von Nebenserien und Kombinationen. Für die Einzelheiten muß auf das Original verwiesen werden.

Das Spektrum der Nova Geminorum 2 zeigt in einer Bonner Aufnahme eine große Anzahl feiner Absorptionslinien, die von Giebeler [15] gemessen wurden. Er glaubt, daß alle stärkeren Linien der Emanation darunter vertreten sind. Eine wohl genauere Messung und Diskussion durch Küstner [16] läßt diesen das Resultat stark bezweifeln.

ERBIUM (Er = 167.4, Z = 68).

Literatur.

[15] K. A. Hofmann und A. Burger, Das Neo-Erbium. Ber. chem. Ges. 41 p. 308 bis 312 (1908).

[16] K. A. Hofmann und G. Bugge, Das Spektrum von Neo-Erbiumoxyd und der Kirchhoffsche Satz. Ber. chem. Ges. 41 p. 3783–3789 (1908).

[17] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p. 9–41 (1910).

[18] H. C. Jones and W. W. Strong, The absorption spectra of various salts in solution and the effect of temperature on such spectra. Americ. chem. J. 43 p. 37–128 (1910).

[19] F. Exner und E. Haschek, Zur Spektroskopie der seltenen Erden. Wien. Ber. 119 IIa p. 771–778 (1910).

[20] H. C. Jones and W. W. Strong, The absorption spectra of various salts of Cobalt, Erbium ... Americ. chem J. 45 p. 113–159 (1912). Carnegie Publ. No. 130.

[21] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.

[22] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Leipzig u. Wien bei Deuticke, 2. Aufl. 1911 und 1912.

[23] H. A. Pfund, Durch teilweise versilberte Platten erzeugte Interferenzstreifen und Absorptionsspektra im nahen Ultrarot. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 341—356 (1913).

[24] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).

[25] E. Paulson, Constant differences in line spectra. Astrophys. J. 40 p. 298 bis 310 (1914).

[26] K. A. Hofmann und K. Höschele, Das Magnesiumchlorid als Mineralisator mit einem Beitrag zur Spektroskopie der seltenen Erden. Ber. chem. Ges. 47 p. 238–247 (1914).

[27] J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Cassiopeiums, Aldebaraniums, Erbiums ... Wien. Ber. 124, IIa p. 707—828 (1915).

[28] J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Yttrium, des Erbiums, und ihrer Zwischenfraktionen. Wien. Ber. 125 IIa p. 383—491 (1916).

[29] M. Siegbahn und E. Friman, Über einen Vakuumspektrographen ... Physik. Zs. 17 p. 176–178 (1916).

[30] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 (1916).

[31] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p. 296–341 (1916).

[32] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektra. Ann. d. Phys. (4) 57 p. 347—375 (1918).

[33] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektra. Dissert. Lund 72 pp. 1919.

[34] W. S. Mallory, The distribution of energy in the spectrum of Erbium oxide. Phys. Rev. (2) 14 p. 54—66 (1919).

[35] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Zs. für Phys. 3 p. 262—286 (1920).

[36] H. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. für Phys. 7 p. 341 bis 350 (1921).
[37] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioakt. 18 p. 240—292 (1922).
[38] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. Naturwiss. 10 p. 369—381 (1922).

Die alte Erbinerde ist als sehr zusammengesetzt gefunden worden: nachdem man aus ihr Yttrium, Thulium, Holmium ausgeschieden, nannte man den Rest zuerst Neo-Erbium, aber der Sprachgebrauch hat das Neo bald abgestreift, so daß heute kein Zweifel besteht, was gemeint ist, wenn man von Erbium spricht.

An Messungen lagen früher nur solche von Exner und Haschek im Bogen und Funken vor, die aber erst bei λ 4500 begannen. Inzwischen haben sie ihre Tabellen ausgedehnt bis λ 6972 [22]. Sie benutzen Material von Cleve und messen im Bogen 2321 Linien, darunter freilich eine ganze Reihe, die sie als fremde Linien erkennen. In [19] besprechen sie in verschiedenen seltenen Erden auftretende Verunreinigungen und suchen daraus neue Elemente zu finden. Diese Versuche sind wohl durch die späteren Messungen von Eder an reinerem Material überholt.

Sehr eingehend hat sich Eder mit Erbium beschäftigt. Zuerst mißt er mit Valenta zusammen [17] das Bogenspektrum zwischen λ 6865 und λ 5456. Dabei sowie im folgenden werden nur Präparate von Auer von Welsbach benutzt, die allmählich reiner werden. Dann folgt eine Messung von Eder allein [27], die eine Zwischenfraktion zwischen Erbium und Thulium betrifft. Das Spektrum enthält 1678 Linien zwischen λ 8017 und λ 2341. Dabei zeigt sich, daß eine Anzahl von Linien, die sonst im Erbium erscheinen, in dieser Fraktion eine ungewöhnliche Intensität besitzen, was auf ein besonderes noch im Erbium steckendes Element deutet. Eder nennt es vorläufig Erbium II und gibt eine Liste der betreffenden Linien.

In derselben Abhandlung gibt Eder eine zweite Tabelle für Er, aus Auers reinstem Material gewonnen; sie enthält über 2800 Linien zwischen λ 7937 und λ 2341.

Im folgenden Jahre setzt Eder [28] die Untersuchungen fort. Er gibt zunächst nach einer länger belichteten Aufnahme das Bogenspektrum zwischen λ 6880 und λ 4471; diese Tabelle enthält etwa 1780 Linien. Dann folgt eine Aufnahme eines yttriumhaltigen Erbiumpräparates, mit etwa 4000 Linien zwischen λ 6492 und λ 2326. Dabei zeigt sich, daß abermals eine Anzahl Linien unnormales Verhalten zeigen, und Eder meint, daß auch nach dieser Seite hin ein neues Element liege. Er nennt es vorläufig Er III und sammelt die Linien in einer Liste.

So haben wir also drei Tabellen für das ganze Spektrum, und von Eder allein noch eine für den langwelligen Teil. Ein Vergleich zeigt, daß sie sehr gut untereinander übereinstimmen, nur Differenzen von wenigen hundertel A.

vorkommen. Der folgenden Tabelle habe ich die letzte Messung Eders zugrunde gelegt; nur für ein kleines Stück der längsten Wellen ist die Tabelle aus [27] hinzugenommen. Die Messungen des Bogens von Exner und Haschek führe ich nicht an; sie sind schon durch die Meßmethode ungenauer, und beruhen auf weniger reinem Material. Ich gebe aber wie bei allen so linienreichen Spektren nicht alle Linien, sondern es sind fortgelassen: im ganzen Spektrum die von der Intensität 1, und zwischen λ 4800 bis λ 2800 auch die von Intensität 2. Es bleiben immer noch über 1200 Linien. Exner und Haschek allein haben auch das Funkenspektrum gemessen; es stimmt bis λ 2800 fast völlig mit dem Bogenspektrum; von da an aber enthält es viel mehr Linien. Dieses Spektrum ist bereits in Bd V veröffentlicht, so daß es hier nicht wiederholt zu werden braucht.

Im Röntgengebiet haben Friman [30] und Siegbahn [29, 31] die ersten Messungen in der L-Reihe gemacht, die Hjalmar [35] dann wiederholt und verbessert hat [36]. Stenström [32, 33] hat Linien der M-Reihe gemessen. Die Zahlen sind am Schluß der Tabelle zusammengestellt und vorne mit der Bezeichnung Siegbahns [32], hinten mit derjenigen Wentzels [38] versehen.

Von den neuen Elementen Erbium II und Erbium III scheint namentlich das erstere recht zweifelhaft; trotzdem sollen die Listen folgen und zwar vollständig:

7987.78	2	6825.99	2	6460.27	3	6382.24	2	6115.88	2	5984.81	2
21.78	2	25.46	3	54.02	2	26.11	5	08.87	2	38.50	2
7797.42	2	6799.06	2	51.52	2	20.63	2	05.20	3	16.47	2
7680.00	3	96.93	3	41.81	5	19.17	2	6097.96	2	14.12	2
54.48	3	79.86	2	32.50	2	08.79	3	79.64	2	09.25	4
7469.46	5	76.14	2	25.55	2	6299.41	5	76.44	5	06.07	4
59.58	2	73.40	2	23.10	3	91.81	2	67.50	2	02.09	5
7362.59	2	68.94	2	18.88	2	88.61	2	63.20	2	5895.63	2
55.84	2	61.69	2	15.51	2	81.40	2	61.26	3	89.97	3
16.29	3	59.87	4	13.59	3	74.96	4	54.84	3	86.50	5
7196.99	2	22.76	3	10.88	2	71.68	3	48.18	3	81.14	5
95.25	2	21.98	4	08.48	2	68.86	3	45.65	3	72.85	4
45.18	2	07.86	3	05.54	2	67.94	3	39.67	2	55.34	5
35.69	3	6637.62	2	03.16	2	62.56	4	32.14	3	50.05	4
01.23	2	16.75	4	6399.79	2	49.50	2	22.56	4	42.67	2
7070.96	1	04.97	2	98.13	3	30.90	3	15.76	4	35.81	2
01.44	3	01.10	6	92.28	2	21.89	2	14.82	4	33.94	3
6994.39	3	6598.52	2	88.19	6	21.01	6	08.75	2	26.78	6
78.03	2	83.46	5	84.04	2	13.67	2	06.79	5	12.07	2
51.87	3	57.78	3	80.78	2	04.63	2	5989.88	2	06.13	2
44.95	3	56.81	3	75.57	2	6188.20	3	70.91	2	00.77	3
38.36	3	41.53	3	74.49	2	70.05	4	68.70	3	5791.12	4
26.08	3	22.90	2	72.69	2	62.19	2	66.76	2	88.91	2
6897.53	3	20.51	3	71.70	2	49.30	3	58.94	4	88.63	2
92.45	2	19.71	2	66.60	2	40.33	2	56.07	2	84.64	3
84.13	2	18.92	2	61.80	2	32.23	2	55.49	2	82.80	3
80.01	3	08.68	2	51.57	3	26.90	2	48.70	3	69.90	4
65.20	2	6485.87	2	47.17	4	25.32	3	46.86	2	62.79	5
48.11	4	81.77	2	40.66	2	16.00	3	37.20	3	57.61	5

5752.50	3	5523.16	2	5380.35	2	5257.01	4	5042.06	5	4858.47	5
48.64	3	18.75	3	77.79	2	57.46	3	35.94	3	57.42	5
40.60	2	18.12	3	76.69	3	55.93	6	28.90	5	53.11	4
39.17	5	16.82	2	68.85	4	53.38	2	28.33	3	51.64	4
33.42	3	16.00	2	67.76	3	50.38	2	24.29	3	48.83	6
26.96	2	14.78	3	60.98	2	48.67	3	17.05	2	47.05	2
19.53	3	13.40	2	52.21	2	47.71	2	13.70	2	45.64	2
17.82	2	09.91	2	50.44	3	46.10	4	08.97	4	42.98	2
17.47	3	05.67	3	48.03	4	43.52	3	07.25	5	42.04	4
10.89	4	03.78	2	46.93	2	39.68	2	00.38	4	40.46	2
5698.95	2	02.82	2	46.40	2	39.20	2	4995.93	2	38.67	2
95.55	2	01.61	2	46.02	2	37.75	2	92.86	2	36.20	2
94.87	2	5497.41	2	44.97	2	33.42	2	88.17	2	34.74	4
87.85	2	91.72	3	44.40	5	29.31	5	86.31	2	31.12	3
84.74	2	85.93	5	43.92	5	26.06	3	83.53	2	29.51	2
82.53	2	77.45	4	37.14	2	21.08	2	74.42	4	28.67	3
75.82	3	75.15	2	35.24	2	18.22	5	69.90	3	28.06	2
75.49	2	69.63	3	34.20	4	15.58	2	68.61	3	25.19	2
66.64	2	68.82	2	33.36	2	15.12	4	65.36	2	23.80	2
65.45	4	62.44	4	33.02	3	14.38	2	60.90	2	20.78	2
64.94	3	58.38	2	30.69	3	12.90	4	54.67	2	20.33	6
60.52	2	56.59	5	28.06	4	11.16	3	53.61	3	17.76	2
58.48	3	55.63	2	18.92	3	10.28	3	51.74	3	16.64	2
57.18	2	54.26	5	17.61	3	06.51	4	44.36	4	11.48	2
51.49	2	51.30	2	16.45	2	5191.66	2	41.82	2	09.72	2
40.34	2	48.23	3	15.27	2	88.90	5	38.84	2	08.70	2
39.80	3	45.66	3	13.92	2	83.52	2	35.58	3	06.00	3
32.57	3	44.62	2	11.89	2	80.95	2	34.12	3	04.21	2
31.40	3	42.74	2	10.08	3	79.48	2	28.87	3	02.33	2
26.52	4	39.83	2	07.10	3	72.74	3	27.85	2	4799.96	3
22.02	3	38.74	3	05.87	2	64.77	5	26.97	3	95.50	3
20.74	2	36.98	2	04.51	3	63.80	3	25.41	4	79.81	4
17.62	2	35.41	2	03.15	3	60.88	3	25.04	2	78.58	3
11.82	3	34.17	3	02.30	5	44.09	3	22.60	2	62.67	6
04.59	2	33.81	3	01.96	3	43.58	3	21.57	2	61.02	4
01.19	4	33.36	2	00.59	2	38.88	5	17.06	3	59.67	5
5594.79	2	32.47	3	5298.64	3	33.01	2	10.25	2	54.63	3
93.40	4	29.54	3	92.87	2	31.51	3	09.24	2	51.56	6
90.84	2	27.50	3	88.60	3	27.40	5	05.22	2	45.27	4
85.16	2	22.80	5	86.04	3	24.55	2	04.41	3	41.34	3
83.62	2	19.85	4	85.61	2	19.62	3	00.09	5	36.98	4
81.88	2	15.66	2	84.02	2	15.47	2	4898.15	4	33.35	3
76.88	2	14.63	6	82.65	3	01.08	2	96.96	3	31.61	6
72.46	2	14.18	3	79.83	5	5098.77	2	91.57	2	30.80	3
63.11	2	10.54	2	78.91	2	90.26	2	88.84	3	29.05	5
56.59	2	07.09	2	77.70	3	80.51	2	83.70	4	26.07	3
55.85	2	00.77	2	76.90	2	77.60	4	81.00	2	24.55	6
53.16	3	5395.87	6	76.08	4	72.83	2	79.89	4	23.26	3
51.50	2	93.72	3	73.86	3	70.84	3	78.82	4	22.72	5
40.78	2	86.18	3	72.89	4	68.40	2	72.49	4	22.04	3
36.26	2	85.61	3	70.54	2	58.67	2	72.00	5	21.09	3
33.64	2	84.93	2	65.01	3	52.67	2	70.44	2	18.70	5
32.85	2	84.13	2	64.47	3	45.99	3	64.60	2	17.20	3
29.80	2	83.41	2	61.40	2	44.90	3	63.60	2	15.04	3
27.54	2	82.13	3	60.26	2	43.86	3	61.60	5	13.05	3

4711.18	3	4544.83	4	4330.26	3	4155.38	3	4004.08	3	3874.14	3
10.20	3	42.20	4	28.80	3	54.52	3	3999.15	4	73.51	3
09.78	3	41.20	3	22.61	3	53.87	3	95.25	3	72.15	3
09.00	3	40.21	4	19.94	5	52.24	3	94.87	3	63.45	3
05.81	3	37.08	3	15.78	3	51.09	6	91.15	3	62.43	3
03.81	3	35.92	3	03.80	4	45.92	3	87.64	5	57.81	3
02.20	4	33.63	3	01.61	5	44.78	3	83.15	3	54.57	3
00.80	3	32.17	3	4298.90	5	44.23	3	81.20	4	50.67	3
4698.22	3	31.11	5	94.17	3	40.78	3	80.18	3	49.01	3
97.17	4	26.91	4	93.11	3	37.22	3	79.14	3	47.92	3
91.32	3	22.70	6	92.21	3	31.50	3	77.04	3	43.00	3
90.47	3	19.47	5	86.55	5	23.13	6	74.72	5	41.81	4
88.63	5	18.64	3	81.33	3	19.83	3	73.61	4	40.94	3
84.59	3	16.53	3	80.85	3	18.55	3	73.26	4	39.39	3
79.07	6	03.78	3	76.54	6	16.35	3	69.47	5	35.65	3
75.62	5	03.27	5	72.44	3	14.10	3	66.34	3	35.24	4
73.16	3	00.75	3	71.96	3	12.64	3	64.52	4	32.47	3
67.58	3	4496.37	3	69.92	3	09.88	3	63.36	3	30.54	6
65.44	5	90.14	3	64.84	3	04.34	3	61.21	3	29.51	5
61.25	3	88.97	5	54.83	3	08.55	3	59.91	3	28.19	4
56.68	4	84.47	3	51.92	5	06.60	3	56.42	3	26.80	5
53.32	3	83.66	3	42.11	4	05.85	3	48.07	3	25.25	3
52.00	3	81.28	4	37.02	3	00.59	4	44.04	3	23.04	3
49.93	3	80.24	4	32.47	3	4098.12	3	43.23	3	22.32	3
44.37	3	75.56	4	30.19	6	94.66	4	39.35	3	21.78	3
40.60	4	74.50	3	23.72	4	94.22	3	38.66	8	20.80	5
30.90	6	73.50	5	20.98	3	92.89	3	37.02	4	19.27	3
28.26	3	64.65	3	18.43	4	87.66	10	32.30	5	17.76	3
25.57	3	62.01	3	15.91	4	77.88	3	21.89	4	13.35	3
24.78	3	59.27	4	00.64	3	76.02	3	18.38	5	12.95	3
15.91	4	48.62	4	4198.68	3	74.03	3	18.05	3	12.06	3
11.80	4	48.04	3	97.02	4	72.89	3	12.43	3	10.33	3
11.28	4	41.23	3	94.80	10R	62.90	3	11.93	3	08.10	4
06.62	5	26.77	4	92.45	4	59.83	4	11.60	3	04.78	3
02.06	3	24.56	3	91.32	3	55.88	5	08.49	3	03.12	4
4598.13	4	20.57	3	90.72	4	55.47	5	06.36	10	3797.07	6
96.73	4	19.62	3	89.99	5	55.02	3	05.46	4	95.98	4
92.93	3	18.72	3	89.49	3	49.48	4	03.97	4	95.76	5
89.30	3	09.84	5	88.98	3	48.35	5	02.78	5	94.41	3
88.14	3	08.14	5	88.00	3	46.97	5	3899.03	3	93.75	3
86.89	3	4390.20	3	87.62	3	43.04	4	96.27	6	92.92	5
81.69	3	88.37	4	86.69	3	40.76	3	92.72	6	91.33	4
77.82	3	86.40	4	85.73	3	37.70	3	90.59	4	89.94	3
72.99	3	84.72	5	84.97	4	36.11	3	89.83	4	87.88	6
69.62	3	82.17	3	84.09	3	27.05	3	88.09	4	87.31	4
69.28	3	78.85	3	82.28	4	25.52	3	87.34	5	86.34	5
68.82	4	74.95	10	80.29	3	21.96	3	80.67	5	85.37	4
66.33	4	69.44	6	79.39	4	21.54	3	80.03	3	83.85	3
64.30	3	60.83	3	78.58	3	20.52	5	79.63	3	83.51	3
63.92	3	59.91	4	76.33	4	15.63	5	79.27	3	82.22	3
63.28	6	51.61	3	74.87	3	12.57	4	78.84	3	81.05	4
57.30	3	48.82	3	71.68	3	10.54	3	77.94	3	80.99	3
56.92	3	40.92	3	68.01	3	09.75	3	77.56	3	80.45	3
55.72	3	38.97	3	60.28	3	09.14	4	76.96	3	79.79	3
52.12	6	31.32	3	59.86	4	07.96	10	76.44	3	78.65	3

3778.28	3	3625.28	3	3484.56	3	3398.28	3	3307.46	3	3181.68	4
75.64	4	20.21	3	80.72	3	96.85	4	05.58	3	79.62	3
70.11	3	18.91	3	80.44	4	96.07	4	03.05	5	75.51	3
68.73	5	17.81	4	79.45	4	95.28	3	01.95	3	72.84	3
68.21	4	16.58	4	77.94	3	94.86	3	01.67	3	72.60	3
67.76	3	14.64	3	76.50	3	94.39	3	00.59	3	71.52	3
66.26	10	08.84	3	71.72	4	94.12	3	3299.41	3	69.27	3
64.31	3	08.21	3	70.93	3	92.00	4	91.24	3	67.07	4
61.94	3	04.87	4	69.75	4	89.63	5	89.85	4	64.50	3
60.85	3	00.78	5	69.48	4	85.07	3	87.98	4	60.38	3
54.27	3	3599.84	4	65.14	3	84.10	3	86.78	4	57.32	3
50.52	5	99.51	3	64.51	5	83.78	3	86.17	4	54.27	4
47.50	3	95.82	4	62.57	4	82.05	3	80.21	4	52.35	3
45.04	4	95.46	3	62.22	4	81.32	3	79.33	4	50.52	4
44.02	4	90.74	3	61.40	3	81.08	3	78.21	4	44.52	3
42.65	5	90.31	3	58.85	3	79.01	3	77.70	3	44.33	3
41.08	3	86.63	3	55.68	3	77.00	3	75.43	3	42.80	3
38.18	4	78.28	4	54.04	4	76.10	4	74.74	3	41.13	4
35.59	4	73.85	3	52.28	3	74.14	4	73.32	3	38.48	3
31.76	3	59.88	3	50.47	3	72.77	3	73.08	3	37.85	3
29.56	5	58.69	3	48.06	3	70.50	4	72.84	3	35.62	3
24.91	5	58.02	3	47.54	3	68.07	5	72.09	3	32.78	3
24.38	3	54.29	3	46.88	3	66.70	4	70.86	3	32.52	3
21.43	3	46.54	3	45.45	3	64.09	3	68.79	3	32.08	3
19.81	3	45.84	3	43.74	3	62.63	3	67.12	5	31.24	3
17.25	3	42.99	3	43.26	3	61.67	3	66.68	3	25.65	3
15.96	3	42.37	3	42.65	3	61.03	3	64.79	3	25.20	3
12.39	4	39.54	3	41.56	3	60.50	3	62.82	4	23.69	4
07.62	3	24.92	3	41.15	4	58.16	3	59.06	5	21.90	3
05.75	3	24.55	3	38.32	3	56.22	3	58.47	3	18.82	3
00.70	3	22.51	3	37.65	3	51.38	3	57.69	3	16.98	3
3697.68	3	20.08	4	34.65	3	50.27	3	56.32	4	15.51	3
96.90	3	19.10	3	33.14	4	50.06	3	55.76	3	15.10	3
96.23	4	18.15	4	31.06	3	48.77	3	49.33	4	13.58	4
94.90	4	17.68	3	29.91	3	48.14	3	47.53	3	10.89	3
89.11	3	16.00	3	28.42	3	46.05	3	43.25	3	06.78	4
84.26	3	14.92	4	25.06	3	43.70	3	40.48	3	02.68	3
84.00	3	13.04	3	24.42	3	42.92	3	37.96	4	3099.19	3
78.98	3	12.78	4	22.86	3	40.50	3	32.02	4	93.14	3
76.50	3	08.84	3	21.08	3	40.05	3	30.95	5	87.78	3
69.00	4	06.39	4	20.18	3	37.80	3	29.92	3	84.08	4
62.84	3	05.70	4	19.22	3	37.26	3	27.16	3	82.06	3
59.56	3	05.06	4	17.63	3	36.76	3	23.31	4	81.38	3
52.84	3	04.48	3	17.27	3	35.38	3	20.74	4	78.86	4
50.37	4	02.78	3	16.14	3	32.72	3	19.72	3	73.38	3
46.79	4	01.15	3	14.75	3	31.56	3	14.45	4	72.53	3
41.25	4	3499.12	10	13.37	3	29.68	3	08.05	4	70.76	4
40.17	3	94.77	3	09.89	3	23.20	5	05.14	4	69.22	3
38.69	6	94.14	3	08.70	3	18.78	3	00.55	4	66.28	3
37.14	3	92.53	4	07.80	3	18.25	3	3194.10	3	64.92	3
36.84	3	90.12	3	06.96	3	17.57	3	92.63	3	61.69	3
35.57	4	89.36	4	03.69	3	16.39	4	87.76	3	61.26	3
32.07	3	88.53	3	01.83	4	14.44	3	85.26	4	57.51	3
28.71	3	86.38	4	01.22	3	13.66	3	83.42	3	54.40	4
27.98	5	85.17	3	3399.60	3	12.41	5	81.91	3	53.76	3

3050.84	3	3002.62	3	2970.06	3	2838.72	3	2739.29	3	2586.73	3
49.97	3	02.39	3	68.75	3	33.94	3	30.09	2	81.56	2
49.25	4	2998.03	3	64.52	3	2787.71	2	20.74	2	79.57	2
48.41	3	96.35	3	62.48	3	86.10	2	2672.26	2	47.29	2
36.19	3	94.47	3	29.25	3	84.95	2	70.25	3	37.02	2
31.31	3	89.57	3	28.25	3	78.97	2	24.17	2	2493.27	2
28.27	3	89.29	3	15.59	3	69.98	2	14.52	2	46.40	2
25.92	4	83.78	3	10.35	3	66.37	2	04.84	2	27.32	2
17.72	3	75.67	3	04.46	3	65.59	2	02.64	2	2354.18	2
16.84	3	74.46	3	2897.48	3	55.63	3	2595 01	2		
12.46	3	73.72	3	96.98	3	54.98	2	92.56	2		
08.17	3	72.26	3	93.90	3	50.18	2	87.01	2		

Tabelle der Linien von Er II.

7490.18	4	6612.17	2	5144.85	2	4226.44	1	3786.99	1	3255.82	2
6908.26	2	6052.79	2	5079.91	1	4192.50	1	3756.05	3	3161.88?	2
6895.70	3	5502.80	2	4647.17	1	4172.06	1	3742.62	4	3161.08	2
6774.08	3	5172.74	3	4489.30	1	4008.22	3	3724.91	4	3003.83	2
6687.12	2	5149.37	3	4291.73	1	3792.78	1	3347.71	5	2522.16	1

Tabelle der Linien von Er III.

6099.81	2	4919.01	1	4375.54	1	4165.88	2	4062.49	2	3698.21	2
96.92	2	4896.27	2	63.27	3	64.25	2	55.88	5	81.22	2
04.70	2	4786.83	2	62.21	2	63.41	2	40.76	1	58.44	1
03.60?	3	77.53	2	58.65	1	61.61	2	3987.95?	2	56.34	1
5987.66?	3	74.10	2	40.09	2	59.86	4	85.04	2	55.78	1
72.07?	2	72.69	2	37.05	2	58.36	2	81.20	4	3275.48?	3
5844.16	2	64.01	2	06.85	2	55.33?	3	66.69	2	74.74?	3
18.48	2	4658.77	2	05.41	2	54.52	3	57.45	2	73.08	3
5714.97	2	31.58	2	4297.80	2	53.87	3	54.22	2	72.09	3
5607.37	2	09.48	2	82.62	2	49.70?	2	44 40?	3	70.86	3
02.84	2	4567.89	2	77.84	2	43.59?	2	39.85	3	68.79?	3
5575.56	3	66.84	2	65.95	1	44.78	3	13.59	1	3164.50?	3
5316.31	1	64.32	2	63.97	2	44.23	3	08.49	3	48.44	2
5150.80	1	55.28	2	47.72	2	40.78	3	03.97	4	3078.08	2
10.17	2	49.34	2	46.03	1	09.88	3	3785.37	4	50.84?	3
09.84	1	48.92	2	44.54	2	4099.94	2	83.85	3	49.97?	3
5095.85	1	30.10	2	05.92	2	90.80	2	83.51	3	49.25	4
78.47	2	24.22	2	01.62	2	89.51	2	35.59	4	2983.01?	2
57.97	1	4465.23	2	4175.16	2	86.73	2	14.05	2	28.25?	3
54.99	1	49.28	2	70.49	2	73.62	2	08.96	2	2720.74?	2
4992.36	4	46.29	2	68.51	2	71.11	2	06.12	1		
31.79	3	38.95	1	66.74	2	63.58	2	01.54	2		

Röntgengebiet (X-E.).

	Stenström [32]	Siegbahn [37]
M		
α_1	8818	8770
β_1	8603	—
β_2	8578	8561

	Hjalmar [36]	Friman [30]	
L			
α_2	1791.40	1794	$L_1 - M_2$
α_1	80.40	83	$L_1 - M_1$
β_4	1586	1589	
β_1	83.44	86	$L_2 - M_2$
β_3	56	60	
β_2	11.2	14	$L_1 - N_3$
γ_1	1863	1867	
γ_2	20	23	
γ_3	18	16	

Im Bogenspektrum treten auch undeutliche Banden auf: Exner und Haschek [22] sagen: „Kontinuierlicher Hintergrund von 5300 bis 5600 mit einem Maximum bei 5430". Eder und Valenta [21] sagen, von den Banden falle die eine, deren Hauptkante bei etwa 5454 liegt, und welche das Maximum der Intensität bei etwa 553 habe, besonders ins Auge. Die Bande verläuft nach Rot, einige Nebenkanten sind undeutlich zu sehen. Eine zweite undeutliche Bande läßt eine Hauptkante bei etwa 5067 erkennen.

Wie bei den meisten Elementen findet Paulson [24, 25] auch bei Er Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz. Er untersucht die 20 stärksten Linien. Die Paare sind: 4301 und 4384, 3938 und 4008, 3830 und 3896.

Die Arbeiten von Jones und Strong [18, 20] behandeln das Absorptionsspektrum und geben schöne Photographien. Sie seien hier nur genannt als besonders eingehend, während sonst die Literatur über Absorption hier nicht berücksichtigt wird. Pfund [22] findet einige Absorptionsbanden bei langen Wellenlängen. Ebenso seien die Arbeiten von Hofmann und seinen Mitarbeitern [15, 16, 25] nur erwähnt; sie behandeln und vergleichen das Absorptionsspektrum, das Reflexionsspektrum, und das Spektrum, welches erhitztes festes Oxyd aussendet[1]). Mit letzterem Spektrum befaßt sich auch Mallory [34]: Die Bänder zwischen 4500 und 5300 sollen wesentlich stärker emittieren, als ein schwarzer Körper der gleichen Temperatur.

1) Eine interessante Abhandlung ganz ähnlichen Inhalts mit guten Photographien der Spektra von J. A. Anderson siehe Astrophys. J. 26 p. 73—94 (1907).

EUROPIUM (Eu = 152.0, Z = 63).

Literatur.

[16] G. Eberhard, Spektrographische Untersuchung über die Urbain-Lacombesche Methode zur Trennung von Samarium, Europium und Gadolinium. Zs. f. anorg. Chem. 45 p. 374—384 (1905).

[17] W. Crookes, On Europium and its ultraviolet spectrum. Proc. Roy. Soc. 74 p. 550—551 (1905).

[18] G. Eberhard, Spektroskopische Untersuchung der Terbiumpräparate von Dr. G. Urbain. Zs. f. wiss. Photogr. 4 p. 137—159 (1906).

[19] F. Exner und E. Haschek, Die Spektra der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Leipzig u. Wien bei Deuticke 1911 und 1912, Bd. II und III.

[20] G. Urbain, Europium, gadolinium, terbium, dysprosium, neoytterbium et lutécium. Le Radium 6 p. 166—170 (1909).

[21] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. II. Phil. Trans. A. 212 p. 33 bis 73 (1912). Siehe auch Treatise etc. (1922), p. 285 ff.

[22] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).

[23] E. Paulson, Constant differences in line spectra. Astrophys. J. 40 p. 298—310 (1914).

[24] H. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) 27 p. 703—713 (1914).

[25] M. Siegbahn u. E. Friman, Über einen Vakuumspektrographen ... Physik. Zs. 17 p. 175—178 (1916).

[26] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 (1916).

[27] J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Europium und eines bisher unbekannten, zwischen dem Europium und Samarium liegenden Elementes, des Eurosamariums.. Wien. Ber. 126 IIa p. 473—531 (1917).

[28] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p. 296—341 (1916).

[29] M. Siegbahn und E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen. Phys. Zs. 20 p. 254—256 (1919).

[30] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Zs. für Physik 3 p. 262—286 (1920).

[31] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. für Physik 7 p. 341—350 (1921).

[32] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. Naturwiss. 10 p. 369—381 (1922).

[33] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioact. 18 p. 240—292 (1922).

Urbain [20] war es zuerst gelungen, das Europium und die benachbarten Elemente Samarium und Gadolinium ziemlich rein herzustellen und das Atomgewicht zu bestimmen. Er sandte Proben zur spektrographischen Untersuchung an Eberhard und an Crookes. Ersterer kam bei seinen sehr gründlichen Untersuchungen [16, 18] zum Schluß, daß die Erden so gut wie rein seien,

während Crookes behauptet [17], im Eu noch Linien von Gd, Y und sogar La gefunden zu haben. Dadurch wäre die Atomgewichtsbestimmung sehr zweifelhaft geworden. Eberhard [16] weist demgegenüber nach, daß die Messungen von Crookes schlecht seien, wie das Beispiel seiner Messungen des Ra beweise. Immerhin blieb eine Bestätigung der Reinheit des Urbainschen Präparates sehr wünschenswert.

Inzwischen hatte Auer v. Welsbach sich mit diesen Erden beschäftigt, reines Sa und Gd hergestellt, deren Spektren Eder feststellte. Als dann Eder weitere Präparate erhielt, die Eu, verunreinigt einerseits durch Sa, andererseits durch Gd, enthielten, war es leicht, die beiden Präparaten gemeinsamen Linien als Eu-Linien herauszusuchen [27]. Eberhard hatte das Eu-Spektrum zwar photographiert, aber nicht gemessen und veröffentlicht. Er sandte nun an Eder eine Kopie, und dieser konnte durch Ausmessung feststellen, daß es sich um ein ganz reines Spektrum handle, Crookes also im Unrecht war.

Exner und Haschek hatten früher ein noch recht unreines Präparat von Demarçay untersucht, und zwar Bogen- und Funkenspektrum. Für die Neuauflage ihres Werkes haben sie diese Messungen revidiert und erweitert, die fremden Linien, namentlich von Sa, eliminiert. So besitzen wir nun drei Messungen des Bogenspektrums mit den Erden von Auer, von Urbain, von Demarçay, die sehr gut übereinstimmen, und diese drei Reihen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; dabei ist wieder Exner und Haschek auf I. A. reduziert, und wegen des großen Linienreichtums sind die Linien mit der Intensität 1 von Eder fortgelassen, etwa 500.

Vergleicht man das Bogenspektrum von Exner und Haschek mit ihrem Funkenspektrum, so findet man außerordentliche Unterschiede. Bis etwa zur Wellenlänge 4950 sind die Spektra identisch; dann aber sind zwar im Funkenspektrum alle stärkeren Linien des Bogens vorhanden, dazu kommt aber eine Unzahl neuer Linien von den Intensitäten 1 bis 3. In dem Gebiet von λ 3700 bis λ 2400 finden sich z. B. im Funken etwa 550 Linien, die im Bogen fehlen. Freilich haben die meisten dieser Linien die Intensität 1 — im ganzen Funkenspektrum mit 1500 Linien haben über 1000 diese geringe Intensität. — Wegen dieses großen Unterschiedes der beiden Spektra sind sie zur Raumersparnis getrennt angegeben. So findet man eine zweite Tabelle des Funkens von λ 4934 an, in welcher aber auch alle Linien von der Intensität 1 fortgelassen sind.

Paulson [22, 23] findet eine sehr große Anzahl von Paaren mit gleicher Schwingungsdifferenz. Er benutzt natürlich die damals allein vorliegenden Messungen von Exner und Haschek.

4205.20	4129.90	3725.10	3688.57	3744.35	3687.93	3678.41
4522.30	4435.74	3972.16	3930.66	3994.05	3930.00	3919.19
3511.20	2906.80	2862.69	2820.90	2729.46	2705.36	2701.21
3729.85	3055.07	3006.39	2960.84	2859.79	2833.36	2828.81
2685.74	2559.80					
2811.86	2678.54					

alle diese Paare haben die Schwingungsdifferenz etwa 1670.

4435.74	4181.06	4129.90	3943.22	3425.19
4522.80	4258.28	4205.20	4011.85	3476.77

diese Paare haben die Schwingungsdifferenz etwa 433.5.

4383.36	4182.42	3930 66	3916.93	3688.57 }	3213.84
4435.01	4229.47	3972.16	3958.04	3725.10 }	3241.55

haben die Schwingungsdifferenz 265. Hicks [21] berechnet ein vollständiges System von Tripletserien, die vier Grundserien und Kombinationen umfassend, Stücke eines Systems von Paaren, und ein System von Einfach-Linien.

Nach Eder färben die Europiumsalze den Bogen schön rot; auch die Bunsenflamme wird durch das Chlorid gefärbt, ähnlich wie durch Sr. Die Salze haben ein charakteristisches Absorptionsspektrum, dessen Hauptband bei 465 liegt.

Im Röntgengebiet liegen bisher erst Messungen in der L-Reihe vor, die zuerst von Moseley [24] dann mit steigender Genauigkeit von Siegbahn und Friman [25, 26] und neuerdings von Hjalmar [31, 30] ausgeführt worden sind. In der Tabelle sind diese Messungen mit der Bezeichnung nach Siegbahn [33] und nach Wentzel [32] angeführt. Die Absorptionsgrenze ist nach Siegbahn und Jönsson [29] 2548.

	Eder Bogen [27]	Exner u. Haschek Bogen [19]		Eder Bogen [27]	Exner u. Haschek Bogen [19]		Eder Bogen [27]	Exner u. Haschek Bogen [19]
7370	25 4		6645	19 20	21 20	6335	82 8	80 4
69	69 2		08	60 4	62 1	24	45 3	49 1
36	28 2		6595	97 2	—	18	60 3	62 1
01	16 5		93	81 8	86 2	13	82 3	82 1
7217	55 8		67	89 8	94 2	08	42 10	48 8
7194	80 8		61	18 3	—	6299	80 8	79 5
75	50 8		49	14 3	1 1 u	91	84 6	84 3
06	48 6		22	75 3	74 1	88	98 2	97 1
7077	18 8	15 1	19	62 5	59 8	85	96 4	98 1
74	55 8	—	01	57 8	57 2	66	97 3	97 2
40	20 6	—	6488	07 5	08 1	63	47 2	—
6914	88 8	—	76	57 2	—	62	26 15	26 10
10	19 8	—	70	75 4	76 1	50	52 4	50 2
08	71 5	—	67	47 2	—	45	97 2	—
6898	27 4	—	57	96 8	96 4	38	78 5	78 2
64	57 10	56 8	39	97 3	97 1	30	55 3	54 1
47	21 3	—	37	—	93 2	09	36 2	34 1
44	98 8	—	37	64 15	62 10	07	62 3	59 1
41	05 4	—	28	28 5	31 2	6195	05 8	04 4
34	41 3	—	11	37 6	33 4	88	10 10	11 10
16	09 5	—	10	07 8	06 8	78	76 6	72 3
02	79 10	74 2	06	13 5	14 2	78	03 10	02 10
6787	52 3	—	00	95 7	94 5	53	29 2	—
82	59 6	—	6388	87 5	88 4	24	72 5	64 2
44	96 5	94 1	82	70 5	74 3	18	79 6	77 3
10	48 4	—	78	35 2	—	08	20 5	16 2
01	11 2	—	69	25 6	28 3	07	54 3	—
6693	99 8	96 2	55	84 5	82 3	6099	88 6	88 5
85	27 5	—	50	02 10	01 5	83	90 10	88 5

	Eder Bogen [27]		Exner u. Haschek Bogen [19]	
6077	42	2	42	1
75	60	5	59	2
74	32	3	—	
57	56	8	54	3
49	55	8	55	8
44	71	5	65	2
29	00	6	8.98	2
23	17	5	14	2
18	18	8	17	8
15	61	3	59	2
12	60	5	58	3
12	22	4	21	2
05	68	4	7	1 u
04	41	5	38	2
03	08	2	1	1 u
5992	88	8	87	4
83	87	3	88	1
83	26	3	21	1
80	52	2	53	1
72	78	8	78	4
71	74	3	72	1
67	10	10	08	8
66	09	5	08	5
63	80	4	78	2
54	32	3	32	1
53	90	2	88	1
53	54	3	52	1
42	76	3	74	1
37	87	2	—	
26	58	4	57	1
25	86	2	80	1
15	79	6	80	3
09	99	3	98	1
02	79	3	76	1
5895	85	3	83	1
78	02	5	01	3
66	72	2	75	1
64	77	2	81	1
60	96	4	98	1
56	93	3	93	1
45	76	3	77	1
31	98	10	99	10 [1]
20	91	2	93	1
18	75	5	72	4
05	68	2	68	1
00	26	5	26	3
5792	78	2	75	1

	Eder Bogen 27		Exner u. Haschek Bogen 19	
5783	67	6	69	3
65	18	6	18	5
39	00	4	8.97	2
30	85	4	84	2
5688	37	3	4	1 u
84	27	2	26	1
81	09	3	11	1
73	83	5	84	2
68	29	2	—	
64	67	2	—	
61	12	3	—	
45	80	6	76	5
32	54	5	55	8
27	07	3	—	
22	44	6	44	3
18	81	4	79	2
05	88	3	87	1
5599	81	3	79	1
92	27	3	26	1
88	44	2	76Ca	10
86	88	4	—	
83	23	4	24	3
80	06	5	04	4
79	63	4	60	3
77	12	8	11	10
70	81	10	80	10
47	44	10	44	10
42	58	4	55	2
41	60	2	—	
33	26	4	23	1
26	62	4	61	2
10	51	7	51	5
00	86	3	88	1
5495	21	5	19	3
88	06	6	05	5
72	31	5	29	4
57	63	4	—	
52	94	8	96	10
51	52	8	58	10
43	58	4	57	2
26	90	6	93	3
21	06	4	04	2
11	84	3	84	2
05	30	3	33	1
02	76	10	78	10
5392	94	5	94	2
91	00	2	—	

	Eder Bogen 27		Exner u. Haschek Bogen 19	
5376	93	5	93	3
64	63	2	—	
61	61	5	61	3
60	82	3	83	2
57	61	10	60	8
56	70	2	—	
55	09	5	08	2
52	80	2	85	1
51	69	4	68	2
48	74	2	—	
43	00	2	—	
41	85	2	—	
16	96	2	—	
03	85	3	87	2
5298	10	2	13	1
94	60	4	66	2
93	68	2	71	1
91	26	3	31	1
89	27	3	28	1
87	25	2	28	1
85	78	2	—	
82	80	3	83	3
72	48	3	46	1
71	98	8	96	4
69	40	5	40	3
68	04	2	—	
49	18	3	17	1
48	06	3	08	1
42	72	3	69	1
39	22	4	24	1
36	15	2	11	1
33	91	3	93	1
23	48	6	47	3
17	01	3	6.99	1
15	10	5	08	4
13	39	3	34	2
07	89	2	86	1
06	46	3	43	1
00	96	3	98	2
5199	85	5	83	3
93	73	3	72	1
78	72	2	68	1
78	06	3	00	1
66	68	5	72	3
60	09	8	06	4
55	44	2	43	1
50	85	3	83	1

1) Hier ist vielleicht bei Eder ein Druckfehler; bei Exner und Haschek ist im Bogen und Funken die Linie 5880.99.

	Eder Bogen [27]		Exner u. Haschek Bogen [19]	
5133	52	6	51	4
30	07	2	08	1
29	11	5	06	3
24	77	3	74	2
14	85	5	82	3
5098	73	4	71	2
96	44	4	42	2
92	70	4	68	2
89	10	3	07	2
77	40	2	36	1
67	94	3	92	2
63	73	3	72	1
56	07	2	5.99	1

	Eder Bogen [27]		Exner u. Haschek Bogen [19]	
5033	55	5	53	3
29	54	5	54	4
22	91	6	91	5
13	19	6	14	5
4986	79	3	72	1
75	76	4	72	2
68	73	3	71	2
62	55	5	53	3
60	22	5	19	3
53	52	4	50	3
47	39	3	34	2
38	31	4	29	2
32	83	4	83	2

	Eder Bogen [27]		Exner u. Haschek Bogen [19]	
4928	02	3	01	2
24	73	3	71	2
11	39	8	43	8
07	18	6	20	8
00	86	5	84	5
4894	68	4	67	3
84	05	3	05	3
79	17	2	17	1
67	62	5	61	4
60	89	2	87	1
51	29	2	22	1
49	65	5	67	3

	Eder (Auer) [27]		Eder (Urbain) [27]		Exner u. Haschek (Demarçay) [19]		
4844	30	2	30	2	27	1	
43	34	2	31	3	32	1	
40	45	4	46	3	43	2	
38	—		99	5	92	1	1)
38	00	3	—		—		
30	35	5	36	3	32	3	
29	30	4	31	3	30	2	
25	60	1	59	3	62	2 d	
20	52	4	50	3	45	2	
19	90	3	90	2	87	1	
15	82	2	—		80	1	
13	54	2	—		54	1	
08	29	5	29	4	9.29	3	1)
04	07	3	07	3	04	3	
4798	92	2	93	3	92	1	
98	—		—		08	2	
92	60	5	58	4	57	3	
84	01	2	00	2	02	2	
81	29	2	31	2	31	2	
78	64	3	68	1	66	2	
77	70	3	69	3	69	2	
70	79	4	79	3	80	3	
68	96	2	97	3	97	2	
58	72	1	72	2	72	2	
55	93	2	94	2	96	2	
40	48	4	46	3	52	2	
39	17	3	16	2	18	1	
36	57	2	—		64	1	

	Eder (Auer) [27]		Eder (Urbain) [27]		Exner u. Haschek (Demarçay) [19]	
4724	03	3	01	3	3.97	1 d
18	63	2	62	2	61	2
17	19	1	19	2	22	2
13	59	4	59	4	59	3
12	09	2	10	1	11	1
09	80	1	77	2	77	1
02	64	2	62	1	—	
4698	12	4	10	3	13	3
92	63	2	60	2	62	1
88	23	2	24	4	23	3
85	—		—		24	2
75	51	2	46	1	44	1
71	20	1	20	3	15	1
65	05	3	07	1	06	1
61	89	30	90	30	92	50
60	85	3	—		87	2
58	63	2	60	1	62	1
56	72	3	70	2	72	2
51	54	2	56	1	56	1
50	47	3	47	2	50	1
46	20	1	18	2	—	
44	23	4	25	2	26	1
41	39	3	40	2	42	1
27	26	40	25	40	29	50
25	32	3	—		32	2
16	52	2	—		50	1
4597	33	2	35	2	33	1
94	06	30	08	5	09	50

1) Auch hier liegen wohl Druckfehler vor.

	Eder (Auer)		Eder Urbain		Exner u. Haschek		
	[27]		[27]		[19]		
4591	08	2	06	1	07	1	
86	46	2	—		84	1	
75	22	2	22	2	—		
54	01	2	03	2	—		
39	30	2	29	3	31	2	
35	57	4	59	4	56	2	
26	67	3	69	4	67	1	
22	55	20	58	20	59	30	
19	56	3	54	3	—		
13	20	1	20	2	23	1	
12	16	1	17	2	16	1	
08	70	1	71	2	69	1	
4488	33	3	30	3	29	2	
85	15	3	17	3	15	3	
77	24	1	26	2	16	1	
71	99	2	99	2	98	1	
64	96	3	94 ·	4	98	3	
55	—		—		89	2	
46	77	1	79	2	—		
35	54	30	52	30	58	50	
34	81	3	—		84	4	
19	63	2	65	3	66	1	
17	25	3	25	3	25	2	
07	08	2	07	3	08	1	
05	26	2	28	3	27	2	
03	16	3	14	2	17	1	
4391	86	1	85	4	88	1	
87	90	3	85	4	92	3	
83	04	3	02	4	14	3	
82	05	2	03	2	07	1	
72	21	2	22	3	21	2	
70	48	2	48	5	43	2	
69	50	3	46	5	50	2	
61	56	2	57	3	56	1	
60	06	2	04	3	—		
57	75	3	71	2	75	1	
55	10	3	10	2	09	5	
54	79	3	82	4	78	2	
52	21	2	21	2	24	1	
45	90	3	91	3	91	2	
43	25	2	26	3	29	1	
37	66	5	67	2	67	3	
35	45	1	43	3	46	1	
34	78	2	74	2	75	1	
34	18	2	16	2	—		
4331	19	2	20	3	20	2	
30	62	2	62	4	63	3	
30	00	3	00	3	01	3	
29	96	3	97	4	—		1)
29	38	2	38	4	40	3	
22	56	2	58	4	58	2	
4298	71	5	73	4	72	5	
93	86	2	92	3	88	1	
92	99	2	96	1	99	1 u	
87	45	2	45	1	44	1	
76	19	2	16	3	19	2	
75	93	2	—		89	1	
70	28	2	28	3	25	1	
69	49	2	48	2	47	1	
58	09	2	13	3	12	2	
55	95	2	97	2	94	1	
55	25	3	27	2	28	1	
47	06	2	07	2	04	1	
44	75	2	79	2	74	2	
37	50	2	52	2	50	1	
34	14	2	18	1	—		
32	47	2	48	1	45	1	
29	33	2	34	2	33	1	
22	30	2	33	2	30	1	
20	69	2	71	3	67	1	
08	90	2	88	1	—		
05	01	20	05	10	04	100	2)
02	60	1	—		64	3	
02	01	20	05	10	—		
4195	37	2	40	2	34	1	
84	98	2	96	3	—		
82	26	4	28	3	26	4	
80	—		31	2	30	2	
79	42	2	40	2	—		
77	56	2	57	2	—		
76	67	3	66	3	69	2	
75	22	2	22	2	20	1	
72	30	3	31	3	32	2	
64	22	2	23	2	—		
61	36	2	36	2	—		
57	80	4	81	4	79	2	
52	23	2	24	2	—		
51	58	2	56	2	57	2	
47	24	2	24	2	—		
45	28	2	26	1	30	1	

1) Hier ist wieder ein Druckfehler.

2) Dieselbe starke Linie haben Exner u. Haschek im Funken. Eder gibt die Linie einmal 4202.05, dann 4201.01. — Die Druckfehler sind in der Tabelle korrigiert.

	Eder (Auer) [27]	Eder (Urbain) [27]	Exner u. Haschek [19]
4141	71 4	78 2	74 2
41	04 3	03 3	05 1
37	10 4	11 3	09 3
36	62 2	62 2	56 1
32	21 3	20 3	—
29	70 20	72 10	75 100
27	29 3	30 1	28 4
19	33 2	35 3	34 1
16	99 2	97 2	99 1
12	07 4	08 3	08 3
07	90 2	90 1	87 1
06	90 3	87 4	86 4
03	88 2	87 2	89 2
02	70 1	72 3	71 2
4098	82 3	84 3	81 2
92	75 2	76 3	—
91	75 2	75 2	—
85	88 5	86 4	87 3
78	24 2	23 3	24 3
73	75 2	76 2	—
71	—	—	25 3
69	00 2	02 2	8.97 2
62	20 2	23 3	18 1
42	03 2	05 2	03 1
40	50 2	48 3	50 2
39	21 3	20 3	21 5
30	03 3	04 3	02 4
28	64 2	64 3	61 2
26	60 2	62 2	62 2
17	65 4	68 3	60 4
16	71 3	72 2	67 3
12	82 2	83 2	80 1
11	70 3	71 3	70 3
03	73 2	74 2	73 1
3995	96 2	6.00 3	96 1
87	85 3	86 4	85 2
86	63 2	64 4	64 3
79	62 2	62 2	63 1
73	46 3	45 3	45 4
71	94 20	95 20	2.01 50
69	23 3	23 3	21 2
64	92 4	92 3	91 4
57	88 2	91 2	89 1
55	78 3	78 2	71 4
49	58 3	57 3	57 3
45	59 4	60 2	67 1
43	10 4	10 3	06 2
36	63 2	64 1	64 1
33	67 3	70 4	—
30	50 30	51 20	51 50
3929	78 2	—	85 2
28	90 2	92 1	87 2
19	11 3	12 1	04 1
17	28 4	30 3	28 4
15	99 2	98 1	96 3
09	92 2	89 2	88 1
07	11 20	09 20	13 30
03	20 2	18 2	24 3
00	52 3	50 3	51 3
3898	79 3	80 1	75 2
97	78 2	80 2	70 2
94	68 3	78 1	71 1
84	74 3	76 1	76 5
19	62 30	65 20	65 50R
11	—	33 4	32 4
3799	—	01 3	01 3
74	10 3	10 1	11 4
61	13 2	14 3	15 3
44	18 2	20 2	20 2
43	47? 4	49 3	56 2
42	22 2	20 1	—
41	31 4	32 3	31 4
40	26 2	28 2	—
38	06 3	08 3	08 1
35	94 2	—	—
32	22 3	22 3	19 3
31	26 2	24 1	18 1
29	71 2	72 2	70 2
28	68 2	—	—
25	75 2	—	78 1
24	99 20	97 15	95 30
24	64 2	—	—
22	60 4	62 3	62 2
21	82 2	94 1	—
19	14 2	15 2	15 3
16	88 2	90 1	88 2
14	88 3	89 2	90 2
13	45 4	44 2	43 2
10	87 3	86 3	87 2
3688	42 15	40 10	42 20
83	26 2	25 3	26 1
82	42 3	40 3	43 2
79	50 2	51 1	48 1
78	27 2	30 2	26 1
74	67 3	68 3	72 1
63	47 2	45 1	47 1
62	94 2	92 1	95 1
56	27 2	28 2	25 2
46	74 2	74 1	70 1
32	17 3	16 2	17 2

	Eder (Auer) [27]		Eder (Urbain) [27]		Exner u. Haschek [19]	
3629	81	3	82	2	79	1
18	18	2	17	1	19	2
16	16	3	15	1	15	1
11	61	2	60	1	60	2
11	87	2	—		87	1
08	78	3	79	2	73	1
06	70	2	72	3	71	2
03	24	5	23	2	25	3
3591	36	2	36	1	32	2
89	22	2	21	1	24	3
81	18	2	20	1	—	
72	60	2	61	1	60	2
62	19	3	16	2	18	1
52	52	4	54	3	50	3
47	13	2	13	1	—	
44	16	3	12	3	15	1
43	88	2	86	1	88	1
42	17	5	19	4	16	3
38	11	2	—		11	1
31	15	3	17	1	10	2
23	50	3	55	2	49	1
22	37	3	38	1	37	1
21	11	5	12	3	11	4
11	05	5	10	2	05	3
08	86	3	81	3	84	1
05	81	2	81	2	80	1
02	80	2	79	1	81	1
3488	82	3	82	1	80	1
85	41	3	40	2	41	1
77	05	2	—		02	2
67	87	3	84	2	87?	4
61	88	3	88	3	87	3
57	56	2	58	1	55	1
57	07	3	05	1	02	3
54	14	2	12	1	10	1
53	48	2	47	1	47	1
45	17	3	17	2	18	1
40	99	4	1.00	2	1.01	3
35	72	2	70	1	71	1
35	21	3	22	1	20	2
26	44	2	—		46	1
24	97	2	98	3	5.05	3
23	07	3	06	2	08	1
21	67	2	65	2	68	1
03	03	2	02	2	—	
3396	56	5	54	4	59	4
94	08	2	—		09	1
92	00	3	—		00	2
90	79	2	—		80	1
80	24	2	22	1	26	1

	Eder (Auer) 27		Eder (Urbain) 27		Exner u. Haschek 19	
3369	06	4	07	3	08	3
54	38	2	—		40	1
53	69	3	63	1	71	2
51	54	2	52	3	56	1
51	18	2	—		21	1
50	43	3	42	3	43	3
38	73	3	70	2	70	1
34	82	5	80	4	84	6
22	26	3	—		28	3
21	86	3	85	2	87	2
19	89	3	83	3	89	1
18	84	3	80	3	82	2
08	01	3	08	3	01	2
04	49	2	50	1	51	1
01	91	3	89	3	96	2
3277	75	5	80	3	75	2
72	75	4	76	3	77	2
66	38	3	40	3	40	2
62	49	2	50	2	50	1
47	30	2	29	2	32	1
46	01	2	02	3	01	2
41	86	2	89	3	42	3
35	12	3	10	2	13	2
21	68	2	68	2	—	
13	72	3	72	3	71	3
12	77	5	77	4	76	5
10	52	4	51	3	52	4
3185	55	2	55	2	56	1
78	62	3	64	3	62	2
68	27	2	30	1	27	2
49	86	3	82	3	87	2
32	16	3	16	3	14	2
30	76	2?	76	3	70	2
17	62	2	61	1	60	1
11	43	5	44	4	43	6
06	18	3	17	3	19	3
3097	46	3	46	3	48	3
89	35	2	33	2	32	2
77	35	3	36	4	38	3
69	08	2	06	2	11	1
59	01	2	01	3	00	2
54	98	4	94	5	95	4
40	74	2	73	2	77	1
22	14	2	13	2	15	1
06	26	2	28	3	27	2
2991	34	3	35	3	34	3
60	23	5	24	5	22	3
59	49	2	49	2	47	2
52	68	3	70	4	67	3
47	32	2	34	2	33	2

	Eder (Auer) [27]		Eder (Urbain) [27]		Exner u. Haschek [19]	
2925	05	4	08	8	08	4
09	00	8	02	2	8.99	3
06	67	5	68	5	71	5
2893	85	3	86	3	84	3
93	08	2	04	2	05	8
92	54	2	50	2	54	3
87	87	2	88	2	86	1
76	05	2	04	1	05	1
62	57	3	60	3	58	3
59	68	8	70	8	68	8
38	25	2	28	2	25	2
29	29	2	88	2	29	2
28	69	8	69	8	70	4
20	78	8	78	8	79	4
16	18	2	20	8	19	8
18	95	4	98	4	97	5
11	74	3	78	3	75	3
2781	90	3	92	3	92	3
52	17	2	15	1	19	2
47	82	2	79	1	84	2
44	25	8	20	2	26	2
43	28	2	22	1	28	2
40	62	8	60	3	61	2
29	37	5	36	4	36	5
27	75	4	74	4	77	4

	Eder (Auer) [27]		Eder (Urbain) [27]		Exner u. Haschek [19]	
2716	97	3	95	3	96	3
09	97	2	94	1	99	2
05	25	3	23	2	26	2
01	87	4	83	3	89	4
01	13	3	11	2	11	3
2692	01	3	00	2	00	3
85	64	3	61	2	64	3
78	28	3	23	2	26	3
73	40	2	39	1	44	2
68	32	3	29	2	30	4
53	59	2	59	1	59	1
41	26	4			27	3
38	75	4			74	4
35	46	2			46	1
04	59	2			59	1
2577	15	3			16	2
68	18	2			17	1
64	16	3			18	1
59	15	2			21	1
54	78	2			—	
2471	13	2			15	1
54	92	2			95	1
*21	56	2			56	1
2340	59	1			—	

Exner u. Haschek Funke [19]		Exner u. Haschek Funke [19]		Exner u. Haschek Funke [19]		Exner u. Haschek Funke [19]		Exner u. Haschek Funke [19]		Exner u. Haschek Funke [19]	
4984.12	2	4435.57	50	4368.40	2	4281.93	2	4221.10	2	4124.55	2
11.41	2	29.74	2	61.55	2	76.20	2	18.56	2	20.79	2
07.18	2	26.43	2	57.31	2	70.50	2	05.05	50	19.30	3
4661.91	15	19.64	2	55.09	3 r	70.25	2	4196.20	3	12.21	2
27.29	15	14.64	2	52.23	2	64.83	2	95.39	2	12.09	2
4594.10	20	07.05	5	51.23	2	63.82	2	77.50	2 d	07.91	3
52.24	2	05 29	2	49.49	2	63.00	1	76.65	2	4099.65	2
39.72	2	03.22	2	40.69	2	61.06	2	75.19	2	98.01	2
39.28	2	4397.75	2	37.69	2	53 83	3	72.83	3	85.39	2
22.58	20	91.40	2	34.74	2	47.86	2	53.41	2	80.80	2
4488.32	2	90.41	2	30.60	3	47.05	3	41.73	3	76.92	2
85.20	2	89.13	2	17.69	2	38.75	2	41.03	2	62.68	2
72.38	2	83.15	2	13.37	2	37.53	2	40.04	2	62.20	2
71.65	2	79.85	2	11.04	2	35.73	2	39.65	2	61.55	2
65.02	3	76.46	2	00.84	2	34 10	2	36.59	2	59.36	3
63.86	2	75.13	2	4298.74	2	32.40	3	33.87	2	17.56	3
61.55	2	72.21	3	95.44	2	29.32	3	29.75	100	12.84	3
55.91	2	69.49	3	88 86	2	28.90	2	24.93	2	11.74	3

Exner u. Haschek Funke [19]		Exner u. Haschek Funke [19]		Exner u. Haschek Funke [19]		Exner u. Haschek Funke [19]		Exner u. Haschek Funke [19]		Exner u. Haschek Funke [19]	
4003.74	3	3807.56	3	3622.56	3	3402.41	2	3097.48	2	2720.61	4
3996.01	2	04.32	2	21.94	2	3396.56	3	77.37	2	16.08	3
93.96	2	03.11	2	16.15	2	95.32	2	69.12	2	08.81	2
88.25	2	02.74	2	12.19	2	93.24	2	54.91	2	08.20	2
81.87	2a	01.62	2	08.21	2	91.97	2	36.88	2	05.25	2
79.65	2	01.39	2	3596.89	2	90.76	3	32.70	2	01.80	3
75.96	2	00.56	2	90.19	2	81.74	2	31.18	2	01.18	3
72.01	50	3799.02	2	70.11	3	80.27	2	29.80	2	00.75	2
66.60	2	96.15	2	52.50	2	70.51	2	26.75	3	2698.50	3
65.45	2r	93.83	2	49.67	2	69.10	2	23.88	2	92.00	3
57.90	2	89.18	2	47.05	2	61.60	2	23.85	2	87.72	2
48.04	3d	88.79	2	41.33	2	54.46	2d	22.63	2	87.25	2
41.57	2	86.85	2d	38.07	2	38.71	2	22.05	2	85.64	2
35.95	2	85.81	2	37.70	2	38.47	2	13.22	3	83.19	2
30.50	50	85.42	2d	34.10	2	36.84	2	00.08	3	78.25	2
19.07	3	84.28	2	31.81	2	36.46	2	2991.82	2	76.05	3
18.16	2	81.41	3	31.15	2	34.80	2	82.28	3	68.25	5
17.30	2	80.51	2	27.85	2	33.65	2	78.92	2	66.33	3
15.24	2	79.85	2	21.10	4r	31.18	2	72.28	2	50.94	2
07.15	30	71.17	2	18.49	2	29.51	2	60.20	2	45.27	2
00.44	2	70.25	2	11.08	2	28.6	2	56.78	2	42.76	2
00.19	2	69.31	2	05.80	2	28.02	2	52.67	2	41.96	2
3899.50	2	65.95	2	04.08*	2	25.97	2	36.98	2	38.74	3
98.30	2	61.14	3	3495.13	2	21.86	2	25.02	3	28.40	2
97.26	2	60.84	2	89.25	2	20.12	2	12.63	2	27.01	2
88.66	2	57.64	2	85.85	2	19.91	2	12.25	2	16.36	2
77.37	2	57.40	2	85.17	2	13.84	3r	06.69	5	16.11	2
77.27	2	53.04	2	82.54	2	08.02	3r	2898.84	2	06.33	2
66.30	2	41.33	3	81.60	2	09.97	2r	92.57	2	2596.40	2
65.28	2	40.25	2	76.99	2	3296.29	2	62.55	2	94.80	2
64.11	2	38.05	3	76.62	2	88.86	2	59.64	2	77.16	3
61.21	3	33.66	2	74.49	2	82.50	2	39.54	2	68.16	2
60.74	2	31.36	2	69.29	2	77.76	3r	28.69	3	64.18	3
54.68	2	24.93	20	66.48	2	72.76	3r	20.77	4	59.20	2
70.5	2	17.69	2	61.38	2	66.40	2	16.18	3	22.17	2
48.10	2	15.95	2	57.04	2	62.54	2	13.92	5	13.81	4
42.89	2	14.92	2	54.75	2	58.68	2	11.78	2	2446.08	4
38.30	2d	13.50	2	53.46	2	51.44	2	2792.52	2	44.48	3
36.51	2	10.90	2	46.27	2	46.76	2	81.91	3	12.09	2
31.17	2	07.48	2	41.08	2	18.82	2	80.50	2	2391.21	2
29.45	2	3688.44	10	35.74	3	12.82	2	68.88	2	75.47	4
28.95	2	87.78	4	35.07	2	3194.87	2	66.29	2	74.12	2
26.68	2	78.16	2	25.04	2	88.75	2	60.20	2	50.57	2
25.18	2	73.20	2	23.12	3	81.3	2r	57.8	2u	2291.66	2
23.39	2	37.69	2	21.71	2	70.96	3	55.13	2	11.86	1
19.66	50	36.65	2	16.76	3dr	39.28	2	52.68	2		
17.71	3	35.36	2	12.73	3	30.74	2	29.36	3		
15.46	3	29.78	2	12.25	2	18.01	2	27.79	6		
09.95	2	23.66	2	06.11	2	3098.18	2	25.51	2		

Röntgengebiet (X.-E.).

l.	Hjalmar [31]	Friman [26]	Moseley [24]	
α_2	2127.33	2121	2130	$L_1 - M_2$
α_1	16.33	21	—	$L_1 - M_1$
β_4	1921	23	1925	
β_1	16.31	18	—	$L_2 - M_2$
β_3	1886	1888	1888	
β_2	1807	10	14	
γ_1	1659	62	—	
γ_2	1598	99	—	
γ_3	1588	90	—	

EUROSAMARIUM.

Literatur.

[1] J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Europiums und eines bisher unbekannten, zwischen dem Europium und Samarium liegenden Elementes, des Eurosamariums. Wien. Ber. 126, IIa p. 473—531 (1917).

[2] C. G. Kiess, Wave-length measurements in the arc spectra of neodymium and samarium. Sc. Pap. Bur. of Stand No. 442; Bull. 18 p. 201—219 (1922).

Das Europium liegt zwischen Samarium und Gadolinium und ist von ihnen außerordentlich schwer zu trennen. Nachdem Eder das Spektrum des Samariums und das des Gadoliniums festgestellt, konnte er daran gehen, aus Fraktionen, die neben Eu noch etwas Sa enthielten, und aus solchen, die neben Eu noch Gd enthielten, in den gemeinsamen Linien das Eu-Spektrum herauszusuchen.

Dabei zeigte sich, daß in den samariumhaltigen Fraktionen Linien auftreten, die in europiumfreiem Sa nicht vorhanden sind, also nicht zu Sa gehören, während sie andererseits in der Gd-haltigen Fraktion ebenfalls fehlen, also auch nicht zu Eu gehören können. Ebensowenig sind sie bisher in einer anderen Erde beobachtet. Eder nennt das Element, zu dem sie vielleicht gehören, Eurosamarium, läßt es aber dahingestellt, ob es sich um ein neues Element oder ein Spaltungsprodukt des Samariums oder um noch unbekannte Linien schon bekannter Erden handelt.

Ich gebe im folgenden die Liste dieser meist schwachen Linien, und zwar ungekürzt. Man wird sie bei der Untersuchung anderer Erden im Auge behalten müssen.

Dann hat Kiess die Spektra von Neodym und Samarium zwischen λ 9264 und λ 5475 photographiert; bei letzterem Element findet er viele der Linien, die Eder zu Eurosamarium rechnet; außerdem erhält er eine Anzahl Linien, die Neodym und Samarium gemeinsam sind, und auch unter ihnen befinden sich solche von Eurosamarium. Diese Linien sind neben denen von Eder angeführt, die auch im Neodym beobachteten sind in Klammer geschlossen.

	Eder		Kiess			Eder		Kiess			Eder		Kiess	
6330	19	1	(14	1)	6280	47	1	—		6198	11	2	14	2d?
29	85	1	85	1	17	06	1	08	2	91	24	2	24	1r
28	86	1	84	1	05	98	1	—		89	72	2	80	1u
17	90	1	(72	1)	05	02	1	—		85	80	2	—	
15	76	1	78	2	00	00	2	07	1	81	85	1	88	2

	Eder		Kiess	
6176	39	1	40	1
73	91	2	94	2
69	11	1	(15	2)
66	74	1	76	2
64	03	1	3.94	1
57	57	1	55	2
50	96	1	90	1
6096	84	2	77	2
88	13	1	09	1
81	88	1	99	1
80	91	2	—	
79	93	2	0.02	1
72	82	1	—	
63	70	1	67	1
61	25	1	24	2
60	79	1	73	2
59	79	1	86	2
52	97	2	3.10	3
52	26	2	—	
51	33	2	—	
47	49	1	42	2 v
42	88	1	76	2 v
41	86	2	—	
40	94	2	—	
38	12	2	—	
36	44	1	42	1
35	61	1	54	1
33	89	1	83	1
28	32	1	—	
25	15	2	—	
16	46	1	—	
13	56	1	—	
08	09	1	7.94	2 u
5994	28	1	—	
93	88	1	85	2
86	89	3	—	
76	45	1	48	1
75	84	1	—	
47	49	1	43	2
35	12	1	05	1
34	18	1	—	
31	56	1	52	1
22	48	1	44	2 r
21	65	1	—	
17	97	1	94	1
14	67	3	—	
09	42	2	—	
00	77	1	69	2
5883	69	1	67	2
80	82	1	—	
80	44	1	51	1
76	82	1	82	2
49	69	1	71	2

	Eder		Kiess	
5832	72	1	—	
23	23	1	18	2
13	37	1	—	
10	29	1	33	2
09	94	1	—	
5795	84	1	—	
90	90	1	1.00	3
89	70	3	(88	2)
71	67	1	69	3
70	85	1	90	2
69	89	1	—	
67	62	3	—	
66	80	1	—	
63	37	1	35	3
60	84	1	85	3 u
58	76	1	(88	1)
57	67	1	—	
56	80	1	40	2
55	86	1	89	2
53	10	1	15	2
50	78	1	73	2
48	95	3	—	
44	34	4	23	2
34	99	1	5.04	3 r
32	14	1	—	
28	22	2	08	2 rd?
27	31	1	—	
25	59	1	58	2
24	43	1	47	2
21	87	1	—	
17	88	4	93	3
16	58	1	54	2 r
14	81	2	27	3 rd?
09	78	2	71	3
08	80	1	78	3 rd?
07	89	2	84	1
03	42	1	(46	2)
5699	64	1	68	3
94	00	1	—	
90	32	1	35	2
82	28	1	40	2
76	51	1	—	
75	98	1	6.10	2 rd?
71	78	1	—	
70	04	1	—	
64	75	1	73	2
62	95	3	3.00	2
58	19	1	10	3 v
51	99	1	(95	2)
42	87	3	86	2
42	06	1	01	1
41	59	1	(60	1)
38	66	1	65	2

	Eder		Kiess	
5636	76	1	68	2
34	25	1	17	1
30	84	1	81	1
20	93	1	86	1
20	26	2	—	
17	10	2	—	
15	79	1	(68	1)
15	05	1	01	1
13	85	1	—	
11	96	1	84	2
11	37	1	29	3 rd?
09	71	1	65	1
08	43	1	(42	1)
5593	17	3	—	
89	29	2	20	3
84	39	1	—	
76	04	1	5.98	1
72	67	3	—	
65	59	1	56	2
62	90	1	(78	2)
58	78	1	60	1
58	15	1	(10	1)
56	45	1	—	
55	51	1	—	
54	80	1	88	3
52	54	1	—	
45	17	1	28	1
45	—		03	1
44	45	1	44	2
40	72	1	—	
39	23	1	(19	2)
37	94	1	—	
36	14	3	15	1
29	96	2	92	3
29	03	1	8.94	2
22	28	3	—	
18	40	1	31	1
18	00	2	7.98	1
15	00	1	—	
14	26	1	—	
13	03	1	(17	2)
04	95	3	5.18	2 u
02	09	2	—	
00	19	1	—	
5499	42	1	—	
98	84	1	—	
96	78	1	—	
95	87	1	—	
86	80	1	—	
81	30	1	—	
80	70	2	66	2

Eder		Eder		Eder		Eder		Eder		Eder	
5474.87	1	5380.43	2	5113.02	2	4602.59	1	4126.62	1	3303.16	1
73.36	1	75.04	3	10.06	1	4586.46	2	14.74	1	02.83	1
66.19	1	74 05	1	01.33	1	4487.73	1	06.08	1	3298.85	1
65.94	1	73.56	1	5058.90	1	62.70	1	00.70	1	97.46	1
63.85	1	71.84	2	49.55	1	62.15	1	4099.71	1	87.50	1
62.35	2	70.01	3	17.67	1	60.90	1	96.00	1	85.16	1
60.96	1	53.83	1	4974 72	1	50.77	1	90.83	1	84.36	1
60.11	1	48.16	2	57.96	1	49.69	1	90.50	1	83.87	1
59.60	2	47.15	1	51.39	1	48.03	1	81.09	1	3282.52	1
58.20	3	46.20	1	44.57	1	43.31	1	71.75	1	75.45	1
50.09	2	44.40	1	09.46	1	4388.58	1	29 55	1	74.99	1
49.62	2	43 76	2	02.73	1	65 79	1	24 85	1	64.10	1
47.17	3	40 33	1	4899.24	1	09.62	1	19.20	1	63.60	1
46.54	2	38.33	4	98.88	1	4296.10	1	04.68	1	60.82	1
40.01	1	37.57	1	97.83	1	45.93	1	3977 59	1	52.92	1
42.98	1	36.99	2	96.83	1	41.69	1	51.09	1	31.16	1
40.69	2	35.60	1	90.82	1	27.10	1	50.71	1	46.75	1
39.89	1	34.69	1	89.28	1	21.89	1	50.35	1	46.34	2
39.52	1	12.25	2	88.63	1	19.32	1	02.02	1	44.17	1
39 01	1	5274.44	1	87.58	1	14.60	1	01.43	1	38.24	1
38.56	1	70.03	1	87.06	1	14.33	1	00.06	1	35.84	1
37.92	1	59.40	1	83.05	1	13.98	1	3684.04	1	21.86	2
35.60	1	45.56	2	75.88	1	11.33	2	47.84	1	3195.12	1
34.97	1	24.81	1	74 96	1	4195 00	1	44.46	1	84.21	1
33 88	3	05.71	10	52.08	3	94.43	1	12.15	1	82.96	1
30.09	2	00 41	10	51.29	3	89.52	1	3578.89	1	74.17	1
17.48	1	5198.32	1	45.71	2	76.01	1	65.40	1	63.26	1
13.78	3	94.75	1	23.77	1	74.12	1	63.43	1	50.50	1
10.18	1	90.06	1	22.32	1	73.75	1	48.61	1	31.63	1
09.52	1	88.59	1	11.80	1	70.40	1	41.31	1	30.06	1
08.78	1	81.13	1	10.81	1	70.18	1	37.77	1	29.94	1
01.83	1	64.65	1	07.00	1	66.42	1	30.25	1	29.65	1
00.88	1	63.35	1	4779.67	1	65.51	1	26.74	1	27.64	1
5399.66	3	62.45	1	68 25	1	65.22	1	25.81	1	22.44	1
98.99	1	48.45	1	66.72	1	64 36	1	16.25	1	3078.99	1
98.14	1	46.60	1	66.31	1	63 48	1	13.35	1	69.06	1
97.35	6	44 96	1	60.86	1	62.81	1	04.38	1	47.61	1
95.97	3	43.28	1	44.94	1	61.81	1	3491.15	1	46.93	1
93.51	2	37.55	1	08.58	1	58.84	1	74.51	1	2996.90	1
88.47	1	35.78	1	06.13	1	54 58	1	43.46	1	89.52	3
86.69	1	31.31	1	4690 36	1	51.24	1	33.63	1	2770.80	1
86.08	1	30.33	1	79.54	1	50.71	1	3378.22	1		
84.95	2	28.02	1	67.48	1	50 38	1	46.62	1		
83.87	2	27.24	1	65.52	1	40.15	1	41.01	1		
82.62	1	19.66	1	37.40	1	34.57	1	29.76	1		
82.08	1	15.75	1	23.87	1	33.70	1	25.96	1		

FLUOR (F = 19.0, Z = 9).

Literatur.

[13] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. 3. Bd. Wien, bei Deuticke (1912).

[14] C. Porlezza, Sugli spettri del silicio e del fluoro in tubo di Geissler. Gaz. chim. ital. 42, II p. 42—54 (1912).

[15] J. Scharbach, Über die Goldsteinsche Methode zur Darstellung der Grundspektra. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 145—205 (1913).

[16] F. Bögemann, Beiträge zur Kenntnis der Spektra der Halogene. Manuskript. Dissertation Münster 1918.

[17] E. S. Imes, Measurements on the near infra-red absorption of some diatomic gases. Astrophys. J. 50 p. 251—276 (1919).

[18] A. Kratzer, Die ultraroten Rotationsspektra der Halogenwasserstoffe. Zs. f. Physik 3 p. 289—307 (1920).

[19] H. M. Randall and E. S. Imes, The fine-structure of the near infra-red absorption bands of the gases HCl, HBr and HF. Phys. Rev. (2) 15 p. 152—155 (1920).

[20] W. R. Smythe, The spectrum of fluorine. Astrophys. J. 54 p. 133—139 (1921).

Zu dem so wenig bekannten Spektrum des Fluor sind mehrere neue Messungen hinzugekommen, welche aber die Kenntnis nicht sehr wesentlich gebessert haben. Exner und Haschek [13] erzeugen das Spektrum durch Funken zwischen Gaskohle, auf welche Fluorkalium gebracht ist. Porlezza [14] dagegen vergleicht Geißlerröhren aus Glas, die mit Siliciumchlorid und -fluorid gefüllt sind. Die gemeinsamen Linien werden dem Si zugerechnet, die im zweiten Rohr übrigbleibenden dem F. Smythe [20] endlich benutzt ein Geißlerrohr mit Goldelektroden, durch welches dauernd F strömt. Trotzdem er ein Fenster aus Fluorit verwendet, erhält er nur einige Linien im äußersten Rot, während Porlezza und Exner und Haschek reichlich Linien im Ultraviolett erhielten. Vergleicht man freilich diese beiden Messungsreihen, so würde man glauben, daß es sich um verschiedene Elemente handelt; nur in der Gegend von λ 3900 ist eine Liniengruppe gemeinsam, sonst ist im ganzen Ultraviolett eine merkwürdige Verschiedenheit. Man muß allerdings bedenken, daß es sich um verschieden erzeugte Spektra handelt. Mit Lunt, der des Vergleichs halber aus Band V noch einmal abgedruckt ist, stimmt Porlezza qualitativ genügend überein. Scharbach [15] findet bei der Untersuchung von KF_2 in Geißlerröhren einige Fluorlinien, ebenso Bögemann [16], deren Zahlen in der folgenden Tabelle angeführt sind, weil sie die bei diesem Verfahren intensivsten Linien kennzeichnen.

	Smythe		Porlezza Rohr		Exner u. Haschek Funke		Lunt Rohr		Bögemann Rohr		
	[20]		[14]		[13]		[12]		[16]		
7034		1									
6908	.9	1									
01	.4	2									
6868	.6	2									
55	.1	6									
38	.9	2									
6772	.1	2d?	5.14	6							
91	—		1.00	2							
6413	9	8	8.74	10							
6348	6	9	8.74	10							
6239	.2	10	9.54	10							
4934			.70	2							
4860			.50	4							
4446			.79	10			.6	20u			
23			—		.8	1u					
4299			.17	8	.0	2u	.1	7			
88			—		.5	1u					
77			.81	8	—		—				
75			.34	8	—						
46			.32	15	—		.3	30u			
21			.91	2	—		—				
18			.50	2	—		—				
07			.88	4	—		—				
4192			.65	2	—		—				
67			—		.8	1u	—				
66			—		.8	1u	—				
58			—		.0	1u	—				
19			.17	5	—		.1	8			
16			.54	6	—		.6	2			
12			.76	4	—		.8	2			
09			.20	8	.1	1u	.1	5			
03			.47	10	—		.4	10			
4094			—		.8	1u	—				
84			.01	8	.3	1u	3.9	2	85.—	2	1)
32			—		—				—		
39			—		.7	2u	—		—		
25			.08	10	.4	3u	.1	10ud	—		
24			—		.7	5u	—		—		
3974			.75	5	—		—		—		
72			45	5	—		—		—		
28			—		.5	1u	—		—		
14			—		.25?	1	—		—		
03			.68	4	.9	1u	.8	1	—		2)
01			.88	5	2.05	2	.9	1	08.—	5	
3898			.25	6	8.88	2	8.8	2	—		
51			.88	6	.65	3	.6	1	52.—	2	3)
50			.10	7	9.95	3	.0	2	50.—	3	4)

1) Scharbach [15] 4085.8.
2) Scharbach [15] 3905.9.
3) Scharbach [15] 3852.0.
4) Scharbach [15] 3850.2.

	Porlezza Rohr [14]		Exner u. Haschek Funke [13]		Lunt Rohr [12]		Bögemann Rohr [16]		
3847	.18	8	.05	5	.1	3	47.—	4	1)
43	—		.1	1 u			—		
18	—		.3	2 u			—		
10	.17	3	...				—		
04	.23	5	...				—		
00	—		.8	1 u			—		
3740	—		.5	1 u			—		
06	...		.1	1 u			—		
04	—		.6?	1 u			—		
3679	.35	3	—				80.—	1	
67	.45	2					—		
42	.66	2	—				49.—	5 r	
41	.61	2	—				—		
40	.63	3	...				—		
37	—		.8	1 u			—		
16	—		.6	1 u			—		
09	—		.8	2 u			—		
06	.58	1	—				—		
02	.49	6	.9	1 u			—		
01	.01	5	.5	1 u			—		
3598	.30	5	.8	1 u			—		
95	.59	2	—				—		
90	.12	5					—		
88	.80	3	—				—		
87	.49	2	—				—		
82	—		.8	1 u			—		
77	—		.2	1 u			76.	2 u	2)
61	—		.7	1 u			—		
46	—		.4	1 u			...		
43	.84	1	—				...		
42	—		.1	1 u					
41	.18	5	—				—		
35	.28	3	—				—		
34	.42	2	—				—		
22	.19	3	—				20.	3	
11	—		.1	1 u			—		
04	.99	10	5.75	3			—		
03	—		.35	2			—		
02	.06	9	—				—		
00	.94	8	1.65	1			00.	1	
3492	—		.00	2 u			—		
80	—		.4	1 u			—		
77	—		.3	1 u			—		
74	.14	5	—				—		
72	.44	5	—				—		
16	.45	4	—				—		
13	.32	3	—				—		
10	—		.4	1 u			—		

1) Scharbach 3847.3. 2) Scharbach 3576.5.

	Porlezza Rohr [14]	Exner u. Haschek Funke [13]	Bögemann Rohr [16]
3408	.28 3	—	
06	.44 3		
3376	.01 2		—
72	.53 3	—	
70	—	.9? 1u	
44	—	.8 1u	
36	—	.14 2	—
18	—	.8 3u	
14		.6 1u	—
11		.06? 1	—
05		.7 1u	
02	.81 2	—	—
01		.75? 2	—
3295	.36 2		
90	—	.9 2u	
88		.1 2u	—
85		.76? 2	
78		.4 1u	
74		.1 2u	—
71	—	.6 2u	
62	.70 3	—	
40	.79 3		
3233	.23 2		
29	.45 1		—
21		.2 1u	—
18		.7 1u	—
02		.9 2u	—
01	.15 3		—
3197	.61 1		
93	.23 1		—
86	.66 1		
84	.09 1		
64	.08 4		69. 7
51	.70 3		60. 7
47	.81 2		
45	.78 1		
40		.2 1u	
38		.9 1u	
30		.0 2u	
23		.2 2u	
2988		.6 1u	
2984		.1 1u	
24		.4 1u	

Verbindungsspektra.

Imes [17] gelingt es, mit Gitter und Thermosäule die Absorptionsbanden einiger Gase im Ultrarot weitgehend aufzulösen; dazu gehört HF, dessen Band bei 2.5 μ in 18 Zacken aufgelöst wird. Diese Bandenspektra haben darum besonderes Interesse, weil sie eine vorzügliche Gelegenheit geben, die Theorie der Rotationsspektra zu prüfen. Das tut denn auch Imes selbst, in viel vollständigerer Weise aber Kratzer [18].

Eine noch genauere Messung dieses Bandes liefern endlich Randall und Imes [17].

Imes mißt Absorptionsmaxima bei

2.37911 μ	2.45330	2.57701	2.70567.
2.39589	2.47531	2.60778	
2.41380	2.49874	2.63848	
2.43280	2.54892	2.67004	

Smythe [20] beobachtet im Geißlerrohr eine Anzahl nach Rot abschattierter Banden, die er dem Kohlenstofftetrafluorid zuschreibt. Die Kanten sind:

6525	10	6108	10	5411	5
6500	5	5860	1	5105	3
6209?	0	5745	9	4829	1.

EISEN (Fe = 55.85, Z = 26).

Literatur.

115] Sir N. Lockyer and F. E. Baxandall, Enhanced lines of titanium, iron and chromium in the Fraunhoferic spectrum. Monthly Not. 65, App. 1 p. [2]—[14] (1904). Vgl. [72].

[116] A. Fowler, Enhanced lines of iron in the region F to C. Monthly Not. 67 p. 154—156 (1906). Vgl. [85].

[117] J. H. Pollok and A. G. G. Leonard, Quantitative spectra of Fe, Al, Cr, Si, Zn, Au, Ni and Co. Dublin Proc. 16 p. 217—228 (1907).

[118] A. S. King, The production of spectra by an electrical resistance furnace in hydrogen atmosphere. Astrophys. J. 27 p. 353—362 (1908).

[119] P. Eversheim, Wellenlängennormale im Eisenspektrum. Ann. d. Phys. (4) 30 p. 315—839 (1909); Astrophys. J. 31 p. 76—77 (1910).

[120] G. A. Hemsalech et C. de Watteville, Sur le spectre de flamme à haute température du fer. C. R. 150 p. 329—332 (1910).

[121] G. A. Hemsalech, Sur la durée de l'émission de raies spectrales par les vapeurs lumineuses dans l'étincelle électrique. C. R. 150 p. 1743—1745 (1910).

[122] A. de Gramont, Sur la répartition des raies ultimes dans le spectre des divers régions du soleil. C. R. 150 p. 37—40 (1910).

[123] A. H. Pfund, Standard wave-lengths of iron lines. Johns Hopkins Univ. Circ. (2) 2 p. 29—34 (1910).

[124] E. Donck, Das Emissionsspektrum des Eisenoxyds im elektrischen Lichtbogen. Wien. Ber. 119, IIa p. 437—452 (1910).

[125] H. B. van Bilderbeek van Meurs, Magnetische Splitsing van het ultraviolette Ijzerspectrum. Dissert. Amsterdam 1910.

[126] G. A. Hemsalech, L'influence du champ magnétique sur la durée des raies spectrales émises par les vapeurs lumineuses dans l'étincelle électrique. C. R. 151 p. 750 bis 752 (1910).

[127] Ch. Fabry et H. Buisson, Étude de quelques propriétés spectroscopiques et électriques de l'arc entre métaux. J. de phys (4) 9 p. 929—954 (1910); C. R. 150 p. 1674 bis 1676 (1910).

[128] H. Kayser, Standards of third order of wave-length on the international system. Astrophys. J. 32 p. 217—225 (1910); Zs. f. wiss. Photogr. 9 p. 173—185 (1911).

[129] H. Buisson et Ch. Fabry, Sur l'arc électrique dans une atmosphère à faible pression. C. R. 151 p. 223—225 (1910).

[130] A. S. King, The correspondence between Zeemaneffect and pressure displacement for the spectra of iron, chromium and titanium. Astrophys. J. 31 p. 433—458 (1910).

[131] H. Kayser, Ch. Fabry, J. S. Ames, Secondary standards of wave-length, international system, in the arc spectrum of iron. Adopted by the solar union 1910. Astrophys. J. 32 p. 215—218 (1910). Nachtrag: Astrophys. J. 33 p. 85 (1911).

[132] A. S. King, The effect of pressure upon electric furnace spectra. Astrophys. J. 34 p. 37—56 (1911).

[133] F. Papenfus, Die Brauchbarkeit der Koinzidenzmethode zur Messung von Wellenlängen. Dissert. Münster 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 9 p. 332—346, 349—360 (1911).

[134] J. M. Graftdijk, Magnetische splitsing van het nikkel- en kobalt-spectrum en van het ijzer-spectrum. Akadem. Proefschr. Amsterdam 1911; Arch. Néerl. (III A) 2 p. 192—220 (1912).

[135] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. 2, 3 Wien, bei Deuticke 1911 u. 1912.

[136] Sir N. Lockyer, On the iron flame spectrum and those of sun-spots and lower-type stars. Proc. Roy. Soc. A. 86 p. 78–80 (1911).

[137] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911 bei Hölder.

[138] W. N. Hartley, On some mineral constituents of a dusty atmosphere. Proc. Roy. Soc. A. 85 p. 271–275 (1911).

[139] A. S. King, The effect of pressure upon electric furnace spectra. Astrophys. J. 35 p. 183–212 (1912).

[140] A. S. King, The influence of a magnetic field upon the spark spectra of iron and titanium. Carnegie Instit. of Wash. Publ. 153 (1912); Astrophys. J. 34 p. 225–250 (1911).

[141] H. G. Gale and W. Adams, An investigation of the spectra of iron and titanium under moderate pressure. Astrophys. J. 35 p. 10–47 (1912). Phys. Rev. 34 p. 143–144 (1912).

[142] H. Hertenstein, Die Spektren der Lichtbogenaureole. Zs. f. wiss. Photogr. 11 p. 69–87, 119–132 (1912).

[143] A. de Gramont, Sur les raies ultimes et de grande sensibilité du Mn, du Fe, du Ni et du Co. C. R. 155 p. 276–279 (1912).

[144] F. Goos, Wellenlängennormalen aus dem Bogenspektrum des Eisens im internationalen System. I. Teil von λ 4282 bis 5324. Zs. f. wiss. Photogr. 11 p. 1–12 (1912). Astrophys. J. 35 p. 221–232 (1912).

[145] P. Eversheim, Weitere Messungen über Wellenlängennormale im Eisenspektrum. Ann. d. Phys. (4) 36 p. 1071–1076 (1911).

[146] O. Lüttig, Das Zeemanphänomen von Cu, Fe, Au, Cr, Ni, Pd, Mn u. A im sichtbaren Spektrum. Ann. d. Phys. (4) 38 p. 43–70 (1912).

[147] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of some metals and metallic chlorides. Dubl. Proc. (N. S.) 13 p. 253–268 (1912).

[148] H. Buisson und Ch. Fabry, Wellenlängen im Eisenspektrum. Ann. d. Phys. (4) 38 p. 245–246 (1912).

[149] F. Goos, Wellenlängen aus dem Bogenspektrum des Eisens im internationalen System. Fortsetzung: Von λ 5328–6495. Zs. f. wiss. Photogr. 11 p. 305–316 (1912); Astrophys. J. 37 p. 48–59 (1913).

[150] Ch. E. St. John and L. W. Warè, Tertiary standards with the plane grating, the testing and selection of standards. Astrophys. J. 36 p. 14–53 (1912).

[151] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines ... Proc. Roy Soc. A. 87 p. 38–48 (1912).

[152] L. Geiger, Ein lichtstarker, glasfreier stigmatischer Gitterspektrograph ... Ann. d. Phys. (4) 39 p. 752–786 (1912).

[153] G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses ... C. R. 154 p. 872–874 (1912).

[154] A. S. King, Summary of a study of the electric furnace spectrum of iron. Phys. Rev. (2) 1 p. 238–239 (1913).

[155] H. G. J. Moseley, The high-frequency spectra of the elements. Phil. Mag (6) 26 p. 1024–1034 (1913). — Ibid. (6) 27 p. 703–713 (1914).

[156] A. S. King, A study of the relation of arc and spark lines by means of the tube arc. Astrophys. J. 38 p. 131–156 (1913). Mt. Wilson Contrib. 73.

[157] A. S. King, The variation with temperature of the electric furnace spectrum of iron. Astrophys. J. 37 p. 239–281 (1913). Mt. Wilson Contrib. 66.

[158] K. Burns, Das Bogenspektrum des Eisens. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 207 bis 235 (1913).

[159] K. Burns, Mesures interférentielles de longueurs d'onde dans le spectre du fer. C. R. 156 p. 1611–1612 (1913); J. de phys. (5) 3 p. 457–468 (1913).

[160] Ch. E. St. John and L. W. Ware, Tertiary standards ... Astrophys. J. 38 p. 209–232 (1913). Mt. Wilson Contrib. 75.

[161] H. G. Gale and W. S. Adams, On the pressure shift of iron lines. Astrophys. J. 37 p. 391–394 (1913).

[162] F. Goos, Weiterer Beitrag zur Feststellung eines Normalsystems von Wellenlängen im Bogenspektrum des Eisens. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 259–275 (1913); Astrophys. J. 38 p. 141–157 (1913).

[163] K. Burns, The arc spectrum of iron. Lick Observ. Bull. Nr. 247, 8 p. 27 bis 46 (1913).

[164] H. Kayser, Über den gegenwärtigen Stand der Wellenlängenmessungen. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 296—308 (1913).

[165] S. Hamm, Messungen im Bogenspektrum des Nickels. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 105—130 (1913).

[166] Ch. Fabry et H. Buisson, Sur les étalons de longueurs d'onde. J. de Phys. (5) 3 p. 613—622 (1913).

[167] M. de Broglie, Sur les spectres des rayons de Röntgen émis par des antikathodes du cuivre, de fer, d'or. C. R. 158 p. 623—625 (1914).

[168] T. Royds, A preliminary note on the displacement to the violet of some lines in the solar spectrum. Kodaikánal Bull. 38 p. 59—69 (1914).

[169] T. Royds, An investigation of the displacement of unsymmetrical lines under different conditions in the electric arc. Kodaikánal Bull. 40 (1914).

[170] W. H. Bragg and S. E. Peirce, The absorption coefficient of X-rays. Phil. Mag. (6) 28 p. 626—630 (1914).

[171] L. Janicki und R. Seeliger, Über die Lichtemission von Metalldämpfen in der Glimmentladung. Ann. d. Phys. (4) 44 p. 1151—1168 (1914).

[172] E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. Münch. Ber. 1914 p. 329—338.

[173] K. Burns, Das Bogenspektrum des Eisens. Fortsetzung. Zs. wiss. Photogr. 13 p. 235—244 (1914).

[174] L. Janicki, Wellenlängennormalen dritter Ordnung aus dem Bogenspektrum des Eisens von λ 4282 bis λ 4903. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 173—185 (1914).

[175] H. Kayser, J. S. Ames, H. Buisson, F. Paschen, Secondary standards of wave-length, international system, in the arc spectrum of iron, adopted by the solar union 1913. Astrophys. J. 39 p. 93—94 (1914). — Cfr. Physik. Zs. 15 p. 163—166 (1914).

[176] H. Viefhaus, Ein Beitrag zur Bestimmung tertiärer Normalen der Gegend λ 2987—4118 in dem Bogenspektrum des Eisens. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 209—234 (1914).

[177] A. S. King and P. P. Koch, An application of the registering microphotometer to the study of certain types of laboratory spectra. Astrophys. J. 39 p. 213—229 (1914). Mt. Wilson Contrib. 77.

[178] H. Werner, Messung von Wellenlängennormalen im internationalen System für den roten Spektralbereich. Ann. d. Phys. (4) 44 p. 289—296 (1914).

[179] P. Eversheim, Wellenlängennormalen zweiter Ordnung im roten Teil des Eisenspektrums. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 454—456 (1914).

[180] J. Lang, Über veränderliche Linien im Bogenspektrum des Eisens. Dissert. Bonn 1914; Zs. f. wiss. Photogr. 15 p. 223—228, 229—253 (1915).

[181] E. Paulson, Konstante Differenzen in Linienspektren. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 419—430 (1914).

[182] F. Goos, Wellenlängen aus dem Bogenspektrum des Eisens im internationalen System. Astron. Nachr. 199, Nr. 4755 p. 33—44 (1914).

[183] E. G. Bilham, On the wave-lengths of iron arc lines in the neighbourhood of the calcium H and K. Astrophys. J. 42 p. 469—472 (1915).

[184] E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 46 p. 868—892 (1915).

[184a] S. Albrecht, Anomalous dispersion in the sun. Astrophys. J. 41 p. 333—358 (1915).

[185] H. Babcock, Review of laboratory studies on the Zeeman effect at Mt. Wilson Solar observatory. Phys. Rev. (2) 6 p. 508—509 (1915).

[186] A. S. King, The tube-arc spectrum of iron and a comparison with dissymmetries in spark spectra. Astrophys. J. 41 p. 373—394 (1915). Mt. Wilson Contrib. 103.

[187] A. E. St. John and H. D. Babcock, Variability of spectrum lines in the iron arc. Proc. Nat. Acad. 1 p. 131—136 (1915). Mt. Wilson Comm. 5.

[188] E. St. John and H. D. Babcock, On the pole effect in the iron arc. Proc. Nat. Acad. 1 p. 295—298 (1915). Mt. Wilson Comm. 7.

[189] Ch. E. St. John and H. D. Babcock, A study of the pole effect in the iron arc. Astrophys. J. 42 p. 231—262 (1915). Mt. Wilson Contrib. 106.

[190] K. Burns, Interference measurements of wave-lengths in the iron spectrum. Sc. Pap. Bur. Stand. Nr. 251; Bull. 12 p. 179—205 (1915).

[191] K. Burns, Mesures interférentielles de longueurs d'onde dans la partie ultraviolette du spectre de fer. C. R. 160 p. 243—244 (1915).

[192] Ph. E. Robinson, The spectra of cathod metals. Astrophys. J. 42 p. 473—478 (1915).

[193] A. S. King, An attempt to detect the mutual influence of neighbouring lines in electric furnace spectra showing anomalous dispersion. Proc. Nat. Acad. 2 p. 461 (1916).

[194] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektra der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p. 296—341 (1916).

[195] Ch. St. John, The situation in regard to Rowlands preliminary table of solar spectrum wave-lengths. Proc. Nat. Acad. 2 p. 226—229 (1916). Mt. Wilson Comm. 28.

[196] J. Hartmann, Tabellen für das Rowlandsche und das internationale Wellenlängensystem. Astron. Mitt. Sternwarte Göttingen 19 (1916).

[197] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 713—728 (1916).

[198] S. Hoeltzenbein, Messungen im Bogenspektrum des Eisens zwecks Bestimmung tertiärer Normalen. Dissert. Münster 1916. Zs. f. wiss. Photogr. 16 p. 225—253 (1916).

[199] M. Siegbahn u. W. Stenström, Über die Hochfrequenzspektra (K-Reihe) der Elemente Chrom bis Germanium. Physik. Zs. 17 p. 48—51 (1916).

[200] M. Siegbahn u. W. Stenström, Die Röntgenspektren der Elemente Natrium bis Chrom. Physik. Zs. 17 p. 318—319 (1916).

[201] K. Burns, W. F. Meggers and P. W. Merrill, Interference measurements o wave-lengths in the iron spectrum. Sc. Pap. Bur. of Stand. Nr. 274 (1916). Bull. 13 p. 245 bis 273 (1916).

[202] A. E. Becker, An experimental study of a theory of the complex Zeeman effect. Astrophys. J. 44 p. 236—248 (1916).

[203] A. S. King and E. Carter, Preliminary observations of the spectra of calcium and iron when produced by cathodo-luminescence. Astrophys. J. 44 p. 303—310 (1916) Mt. Wilson Contrib. 125.

[204] Sir N. Lockyer and H. E. Goodson, On the oxy-hydrogen flame spectrum of iron. Proc. Roy. Soc. A. 92 p. 260—265 (1916).

[205] G. A. Hemsalech, Sur le groupement des raies du fer sous l'influence sélective d'actions thermiques et chimiques. C. R. 163 p. 757—759 (1916).

[206] H. D. Babcock and Ch. St. John, Elimination of pole-effect from secondary standards of wave-length. Phys. Rev. (2) 9 p. 577 (1917).

[207] A. S. King, A study with the electric furnace of the anomalous dispersion of metallic vapours. Astrophys. J. 45 p. 254—268 (1917). Mt. Wilson Contrib. 130.

[208] S. Piña de Rubeis, Nuevas rayas des hierro entre 2300 y 1980 UA en el espectro de arco en el aire. Anal. Soc. Espan. de Fis. y Quim. 15 p. 484 (1917).

[209] G. A. Hemsalech, On the relative behaviour of the light radiation emitted by iron vapour under the influence of thermal and chemical actions in flames. Phil. Mag. (6) 33 p. 1—18 (1917).

[210] G. A. Hemsalech, On the origin of the line spectrum emitted by iron vapour in the explosion region of the air-coal gas flame. Phil. Mag. (6) 34 p. 221—242 (1917).

[211] Ch. E. St. John and H. D. Babcock, The development of a source for standard wave-lengths and the importance of their fundamental values. Proc. Nat. Acad. 3 p. 505 bis 507 (1917). Mt. Wilson Comm. 48.

[212] Ch. E. St John and H. D. Babcock, The elimination of pole effect from the source for secondary standards of wave-lengths. Astrophys. J. 46 p. 138—166 (1917).

[213*] F. Takamine and Shigeharu Nitta, The spark and the vacuum arc spectra of some metals in the extreme ultra-violet. Mem. Coll. Kioto 2 p. 117—135 (1917). J. Chem. Soc. 112 (2) p. 402 (1917).

[214] G. A. Hemsalech, A comparative study of the flame and furnace spectra o iron. Phil. Mag. (6) 36 p. 209—230 (1918).

[215] G. A. Hemsalech, On the origin of the line spectrum of iron vapour in an electric tube resistance furnace. Phil. Mag. (6) 36 p. 281—296 (1918).

[216] W. F. Meggers and C. C. Kiess, Wave-lengths of the red and infra-red spectra of iron, cobalt and nickel arcs. Sc. Pap. Bur. of Stand No. 324 (1918).

[219] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. 14 p. 516—521 (1919).

[220] A. S. King, Discussion of some evidence on the origin of radiation in the tube resistance furnace. Astrophys. J. 49 p. 48—53 (1919).

[221] A. Hagenbach et K. Langbein, Détermination de la température aux électrodes de l'arc. Arch. sc. phys. et nat. (5) 1 p. 48—54 (1919).

[222] A. Hagenbach, Une nouvelle répartition de raies dans le spectre du fer. C. R Soc. Suisse de phys. p. 231—235 (1919).

[223] H. Schumacher, Messungen im Bogenspektrum des Eisens nach dem internationalen System unterhalb λ 2378. Zs. f. wiss. Photogr. 19 p. 149—158 (1919).

[224] F. Takamine, The stark effect for metals. Astrophys. J. 50 p. 23—41 (1919). Mt. Wilson Contrib. 169.

[225] H. M. Randall and E. F. Barker, The infra-red arc spectrum of iron. Astrophys. J. 49 p. 42—47 (1919).

[226] E. Carter and A. S. King, A further study of metallic spectra produced in high vacua. Astrophys. J. 49 p. 224—236 (1919). Mt. Wilson Contrib. 166.

[227] J. C. Mc Lennan and R. J. Lang, An investigation of extreme ultra-violet spectra with a vacuum-grating spectrograph. Proc. Roy. Soc. 95 p. 258—273 (1919).

[228] J. C. Mc Lennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultra-violet. Proc. Roy. Soc. 95 p. 316—332 (1919).

[229] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. Phil. Mag. (6) 37 p. 601—612 (1919). — Ann. d. Phys. (4) 59 p. 56—72 (1919).

[230] H. Pickhan, Untersuchung des Systems der Eisennormalen in den Bereichen λ 2936 bis λ 3248 und λ 4404 bis λ 4878. Diss. Münster 1919. Manuskr.

[231] K. Behner, Über das Bogenspektrum des Titans. Diss. Münster 1920. Manuskr.

[232] A. S. King, Experiments on the possible influence of potential difference on the radiation of the tube resistance furnace. Astrophys. J. 52 p. 187—197 (1920). Mt. Wilson Contrib. 193.

[233] A. S. King, The characteristics of absorption spectra produced by the electric furnace. Astrophys. J. 51 p. 13—22 (1920). Mt. Wilson Contrib. 174.

[234] A. de Gramont, Tableau des raies de grande sensibilité des éléments, destiné aux recherches analytiques. C. R. 171 p. 1106—1110 (1920).

[235] Niels Stensson, Über die Dubletten in der K-Reihe der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 3 p. 60—62 (1920).

[236] A. S. King, Preliminary observations of the Zeeman effect for electric furnace spectra. Astrophys. J. 51 p. 107—120 (1920). Mt. Wilson Contrib. 180, 181.

[237] J. A. Anderson, The spectrum of electrically exploded wires. Astrophys. J. 51 p. 37—48 (1920).

[238] R. A. Millikan, The extension of the ultraviolet spectrum. Astrophys. J. 52 p. 47—64 (1920).

[239] J. Meunier, Principes de l'analyse au moyen des flammes réductrices etc. C. R. 172 p. 678—681 (1921).

[240] E. Carter, Character of the spectra produced by high potential sparks in a vacuum. Phys. Rev. (2) 17 p. 436 (1921).

[241] A. S. King, Recent observations of absorption spectra. Phys. Rev. (2) 18 p. 335—336 (1921).

[242] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelles dans l'ultraviolet extrême. J. de phys. et le Radium (6) 2 p. 229—257 (1921).

[243] E. H. Kurth, The extension of the X-ray spectrum to the ultra-violet. Phys. Rev. (2) 18 p. 461—476 (1921).

[244] E. H. Kurth, Soft X-rays of characteristic type. Phys. Rev. (2) 17 p. 528—529 (1921).

[245] Annual Report of the Director of the Mt. Wilson Observatory, Yearbook Carnegie Inst. 20 p. 215—294 (1921).

[246] L. et E. Bloch, Sur quelques spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. C. R. 172 p. 803—805 (1921).

[247] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle du fer et du cobalt dans l'ultraviolet extrême. C. R. 172 p. 851—853 (1921).

[248] W. Duane and H. Fricke, On the absorption of X-rays by chromium, manganese and iron. Phys. Rev. (2) 17 p. 529—530 (1921).

[249] E. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 1 p. 439—458 (1921). — Ibid. 7 p. 341—350 (1921).

[250] R. A. Millikan, J. S. Bowen and R. A. Sawyer, The vacuum-spark spectra in the extreme ultra-violet of carbon, iron and nickel. Astrophys. J. 53 p. 150—160 (1921).

[251] Fr. Müller, Beitrag zur Aufstellung des Systems internationaler Wellenlängennormalen. Dissert. Bonn 1921. Zs. f. wiss. Photogr. 22 p. 1—20 (1922).

[252] E. Gehrcke, Symmetrische, miteinander gekoppelte Liniengruppen im Eisenspektrum. Ann. d. Phys. (5) 65 p. 640—642 (1921).

[253] Ch. E. St. John and H. D. Babcock, Wave-lengths of lines in the iron arc from grating and interferometer measures. Astrophys. J. 53 p. 260—299 (1921).

[254] H. Nagaoka, On the measurement of pole-effect and its connection with magnetic separation. Astrophys. J. 53 p. 329—338 (1921).

[255] Fr. L. Brown, A determination of the wave-lengths of 118 titanium lines by means of the interferometer. Astrophys. J. 56 p. 53—70 (1922).

[256] M. Siegbahn und V. Dolejsek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 10 p. 159—168 (1922).

[257] A. S. King, Ionization and absorption effects in the electric furnace. Proc. Nat. Acad. of Sc. 8 p. 123—125 (1922).

[258] A. S. King, Electric furnace experiments, involving ionization phenomena. Astrophys. J. 55 p. 380—390 (1922).

[259] E. Carter, The vacuum spectra of the metals. Astrophys. J. 55 p. 162—165 (1922). Mt. Wilson Contrib. 219.

[260] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles dans l'eau. C. R. 174 p. 1456 bis 1457 (1922).

[261] V. Dolejsek, Sur les lignes K_α des éléments legers. C. R. 174 p. 441—442 (1922).

[262] A. S. King, The electric furnace spectrum of iron in the ultra-violet, with supplementary data for the blue and violet. Astrophys. J. 56 p. 318—340 (1922).

[263] P. W. Merill, The behaviour of spectral lines at the positive pole of the metallic arc. Astrophys. J. 56 p 475—482 (1922). Mt. Wilson Contrib. 253.

[264] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. Naturw. 10 p. 369—381 (1922).

[265] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioakt. 18 p. 240—292 (1922).

[266] A. S. King, Ionization and absorption effects in the electric furnace. Proc. Nat. Acad. 8 p. 123—125 (1922). Mt. Wilson Contrib. 78.

[267] J. A. Anderson, The spectral energy distribution and opacity of wire explosion vapors. Proc. Nat. Acad. 8 p. 231—232 (1922). Mt. Wilson Contrib. 82.

[268] F. L. Mohler and P. D. Foote, X-ray limits beyond the range of spectroscopic measurements. Phys. Rev. (2) 20 p. 82—83 (1922).

[269] E. Gehrcke, Bemerkung über Gruppenspektra. Physik. Zs. 23 p. 432—433 (1922). — Wiss. Abt. Reichsanstalt 6 p. 255—257 (1923).

[270] V. Takahashi, Magnetic separation of iron lines in different fields. J. Tokyo 41 p. 1—69 (1921). — Ref. Jap. J. of Phys. 1 p. (5) (1922).

[271] K. Yamada, Magnetic separations of the lines of iron, nickel and zink in different fields. J. Tokyo 41 p. 1—64 (1921). — Ref. Jap. J. of Phys. 1 p. (4) (1922).

[272] H. Nagaoka, On the measurment of pole effects and its connection with magnetic eparation. Proc. Jap. Phys. Soc. (3) 4 (1922). — Ref. Jap. J. of Phys. 1 p. (18) (1922).

[273] H. Nagaoka and T. Mishirna, A combination of a concave grating etc. Astrophys. J. 57 p. 92—97 (1923).
[274] A. Hagenbach und H. Schumacher, Symmetrische Linienserien im Eisenspektrum. Ann. d. Phys. (4) 71 p. 19—40 (1923).
[275] F. M. Walters, Regularities in the arc spectrum of iron. J. Wash. Acad. 13 p. 243—252 (1923).

Das Linienspektrum des Eisens ist in den vorhergehenden Bänden V und VI an zwei Stellen behandelt, nämlich kurz unter »Eisen« in Bd. V und ausführlich in Bd. VI p. 855 ff. unter Tabellen. Endlich ist auch bereits in Bd. I unter „Messungen" desselben Spektrums im Zusammenhange mit der älteren Literatur eingehend gedacht worden. Die Ursache dieser besonderen Behandlung des Linienspektrums des Eisens liegt in dem doppelten Interesse, das es in spektroskopischer Hinsicht bietet. Einmal nämlich interessiert die genaue Kenntnis der Zusammensetzung und der Eigenschaften der Spektra des so weit verbreiteten, in vielen Lichtquellen (z. B. der Sonne) geradezu dominierenden Elementes seiner selbst willen; sodann ist bisher das Eisenspektrum fast ausschließlich als Vergleichsspektrum benutzt worden, und seine Linien bedürfen daher als Wellenlängennormalen einer besonderen Behandlung. Aus diesem Grund war in Bd. VI die Liste der Eisenlinien gesondert von den Wellenlängen der übrigen Elemente gebracht worden. In diesem Ergänzungsbande ist indes eine solche Trennung nicht angezeigt. Daher wird die vollständige Liste der Eisenlinien an ihrer normalen Stelle gegeben, gleichzeitig jedoch der Bedeutung der Wellenlängennormalen im Texte eingehend Rechnung getragen. Die Darstellung holt hierzu etwas weiter aus und wiederholt z. T. einiges schon in Bd. VI Gesagte.

Zwei allgemeine Bemerkungen seien vorangeschickt. Nachdem in neuerer Zeit fast alle Messungen auf das sogenannte internationale System bezogen werden und nachdem durch die Tabellen in Band VI und in diesem Bande einheitliche Angaben für alle Elemente in diesem System zu Gebote stehen, **sollte man künftig es zur Vermeidung von Verwirrung unterlassen, Zahlenangaben im alten Rowlandschen System** etwa durch Zitat der Zahlen von **Exner** und **Haschek** zu machen. Auf die Frage, in welchem Umfange und mit welcher Genauigkeit eine Umrechnung möglich ist, soll weiterhin noch eingegangen werden.

Die zweite Bemerkung bezieht sich auf die hier geübte kritische Behandlung der verschiedenen zu Gebote stehenden Messungen für das Eisenspektrum. Der Gedanke liegt nahe — und er ist auch ausgeführt worden — alle vorliegenden Messungen zu berücksichtigen, den einzelnen Beobachtern Gewichte zu geben und endgültige Werte abzuleiten durch Mittelbildung unter Berücksichtigung dieser Gewichte. Auf den ersten Blick hat dies Verfahren etwas bestechendes, da es scheinbar objektiv ist und jeden Beitrag zu berücksichtigen gestattet. Bei näherem Zusehen zeigt sich jedoch, daß die Objektivität nur scheinbar ist, und daß tatsächlich nichts gewonnen wird. Die Auswahl der Lichtquelle, die Güte der benutzten Instrumente, die Brauchbarkeit der verwendeten Hilfsnormalen und die Sorgfalt der Beobachter lassen sich nicht in

gerechter Weise durch Gewichte kennzeichnen. Bei einer kritischen Würdigung aller dieser Umstände kommt man vielmehr zu dem Schluß, daß von einer Messung zur anderen wenigstens hier beim Eisenspektrum ein Fortschritt zu verzeichnen ist, der unter Umständen eine ganze Reihe früherer Messungen als gänzlich überholt erscheinen läßt und sie von der Berücksichtigung bei der Mittelbildung ausschließt. So vollzieht sich die allmähliche Verbesserung der Wellenlängenwerte nicht durch die Häufung der Messungen an sich, sondern durch die Eliminierung zur Messung ungeeigneter Linien oder ungenauer Wellenlängenwerte und ihren Ersatz durch geeignetere bzw. durch die Aufstellung neuer mit verbesserten Methoden und Mitteln gewonnener Messungsreihen. Nachdem die relativ wenigen 1913 adoptierten internationalen Zahlen inzwischen teilweise überholt worden sind, fehlt es an einem Stamm allgemein angenommener Mittelwerte zweiter und dritter Ordnung. So lange nicht durch erweiterte und vervielfachte gleichzeitige Kontrolle mit Interferometer und Gitter alle Teile des Spektrums in gleichmäßiger Weise durchgeprüft worden sind, ist es wohl auch noch nicht an der Zeit, eine solche internationale Liste neu aufzustellen. Was einstweilen geschehen konnte, ist hier geschehen: So wie ich die einzelnen Messungsreihen auf Grund aller Nebenumstände und nach meiner eigenen Erfahrung beurteile, habe ich sie für die Liste ausgewählt, indem ich geringere oder veraltete Reihen ganz gestrichen habe. Dabei glaube ich allerdings, daß schon jetzt ein sehr zuverlässiges und für die meisten Zwecke ausreichend homogenes System von Linien vorliegt.

I. Die Wellenlängen des Bogen- und Funkenspektrums.

Als durch die Arbeiten Rowlands und die Entdeckung der Balmerschen Formel eine neue Belebung spektroskopischer Forschung eintrat, stellte sich die Notwendigkeit heraus, die Messungen aller Spektra auf eins zu beziehen. Kayser und Rungl [82, 83] schlugen als solches das Bogenspektrum des Eisens vor und gaben die erste vollständige Messung dieses Spektrums; es war im wesentlichen durch Anlehnung an die Rowlandschen Zahlen, zum Teil durch selbständige Benutzung der Koinzidenzmethode gewonnen. Dies Spektrum ist längere Jahre benutzt worden; aber es zeigte sich immer deutlicher, daß es, ebenso wie die Rowlandschen Tabellen, mit erheblichen inneren Fehlern behaftet sei. Nicht der Umstand, daß Rowland von einem absolut genommen falschen Werte der D-Linien ausgegangen war, sondern die durch Fabry und Perot [59, 62] zuerst gefundene Tatsache, daß die Fehler der Rowlandschen Messungen als Funktion der Wellenlänge dargestellt eine wellenförmige Kurve bilden mit einer Amplitude von etwa ± 0,02 A., zwang dazu, ein ganz neues Normalensystem aufzustellen, wenn man in der Wellenlängenmessung weiter kommen wollte. Zu der p. 890 Bd. VI gegebenen Vergleichskurve und zu den dort genannten Vergleichen zwischen den Rowlandschen Messungen und den auf die Cd-Normale gestützten sind neuerdings noch einige Vergleiche hinzugekommen. So gibt Hartmann [196] eine Kurve der Differenzen zwischen den

Wellenlängen der preliminary table und dem von ihm berechneten mittleren Rowlandschen System, aus der leicht der Übergang zum internationalen System zu machen ist. Die Kurve stimmt in der Hauptsache mit derjenigen aus Bd. VI überein. Einen direkten Vergleich dieser beiden Kurven führt Behner [231] aus. Er benutzt dazu die Rowlandschen Werte der Titanlinien zusammen mit eigenen neuen Messungen im internationalen System. Es zeigt sich, daß an einigen Stellen sich die Kurve aus Bd. VI, an anderen die Hartmannsche Kurve den Differenzen besser anschmiegt. In gewissen Wellenlängenbereichen passen beide Kurven gleich gut. Allein durchweg ist einleuchtend, daß höchstens die 0.01 A durch die Kurve sicher gestellt werden können. Dazu lohnt aber eine weitere Verbesserung der Vergleichskurve der aufgewendeten Mühe nicht. In anderem Zusammenhange hat ferner Albrecht [184a] eine Tabelle und Kurve für die Differenzen der Eisenlinien der preliminary table und des internationalen Systems aufgestellt, die im wesentlichen den gleichen Gang zeigt, übrigens noch auf die Beschaffenheit der einzelnen Linien Rücksicht nimmt. St. John [195] macht hierzu ferner aufmerksam auf die Verschiedenheit des Verhaltens der Linien verschiedener Klassen (Gruppen a—d) und verschiedener Intensität innerhalb der gleichen Gruppe. Es erscheint nicht möglich, auf statistischem Wege einen brauchbaren Umrechnungsfaktor bzw. eine Umrechnungskurve zu gewinnen, die etwa gestattete, die Werte der p. t. auf die Genauigkeit des internationalen Systems der Bogenmessungen zu bringen. Auch diese Erwägung führt also dazu, es bei einer mäßigen Genauigkeit der Umrechnung bewenden zu lassen.

Glücklicherweise war damals die Internationale Vereinigung für Sonnenforschung gebildet worden, welche die Sache in die Hand nahm. Auf dem Kongreß in Oxford wurde beschlossen, gleichzeitig zu „absolut richtigen" Zahlen überzugehen. Dazu sollte 1. die Vergleichung der Wellenlänge der roten Cadmiumlinie mit dem Meter, die schon Michelson ausgeführt hatte, wiederholt werden und diese Linie als Normale erster Ordnung benutzt werden. 2. Nach der vortrefflichen, von Fabry und Perot ersonnenen Interferenzmethode sollten Linien des Eisenbogens in Abständen von etwa 50 Å von wenigstens drei verschiedenen Beobachtern gemessen, und die Mittel als Normalen zweiter Ordnung bezeichnet werden. 3. Durch Messungen mit dem Gitter sollten zwischen ihnen die übrigen Eisenlinien interpoliert und als Normale dritter Ordnung allgemein benutzt werden.

Die erste Aufgabe wurde durch Benoit, Fabry und Perot[1]) gelöst. Den zweiten Schritt machten zuerst Fabry und Buisson [88], welche Normalen zwischen 649 und 237 lieferten. Ferner haben Eversheim [90, 119, 145, 179] zwischen 744 und 337, und Pfund [95, 123] zwischen 649 und 337 Messungen ausgeführt. Bei den Versammlungen der Sonnenvereinigung auf Mt. Wilson in Kalifornien 1910 und in Bonn im Jahre 1913 [131, 175] konnten Mittelwerte

1) Travaux et mém. du Bur. internat. des poids et mes. 15 (1913); C. R. 144 p. 1082—1086; Trans. intern. Union Sol. Res. 2 p. 109—137 (1908).

zwischen 649 und 337 ausgerechnet und als internationale Normalen angenommen werden. Danach ausgeführte Messungen sollen als nach internationalen Angström (J. A.) gemacht, bezeichnet werden. Burns [159, 190, 191] hat dann noch eine große Anzahl Linien interferometrisch gemessen, ist aber auch nicht unter λ 285 heruntergekommen. Ein wesentlicher Fortschritt in der interferometrischen Bestimmung sekundärer Eisennormalen ist seitdem nicht gemacht worden. Zwar hat Werner [178] neben einer Anzahl von Bariumlinien 5 Eisenlinien neu gemessen, auch sind eine Reihe Messungen tertiärer Normalen interferometrisch gemacht worden. Allein die Messung hat sich vorzugsweise der Bestimmung sekundärer Neon-Normalen zugewendet, und im Ultraviolett liegen immer nur erst die alten und sicher teilweise unrichtigen Messungen von Fabry und Buisson vor[1]).

Den dritten Schritt machte zuerst Kayser [128], indem er zwischen 649 und 411 die Eisenlinien im Anschluß an die Normalen zweiter Ordnung maß. Ihm folgte Goos [144, 149, 162, 182]. Dabei ergab sich das überraschende Resultat, daß die meisten Linien gut übereinstimmten, bei einigen aber Differenzen von mehreren Hundertsteln vorkamen. Goos fand, daß die Wellenlänge letzterer Linien scheinbar mit der Bogenlänge variiert.

Die Aufklärung wurde durch St. John und Ware [150, 160] gebracht. Sie hatten Aufnahmen auf Mt. Wilson (1794 m hoch) gemacht und fanden auch bei einigen Linien erhebliche Unterschiede gegen Kayser, bei andern nicht. Nun lag es nahe, an eine Druckwirkung zu denken, und so kamen die Forscher dazu, eine Arbeit von Gale und Adams [141] heranzuziehen, in welcher die Linien des Eisens je nach ihrem Verhalten unter Druck in Klassen und Gruppen geteilt sind. Die Klassen betreffen das Aussehen der Linien unter Druck und sind:

Klasse 1: Die Linien sind symmetrisch umgekehrt.

Klasse 2: Die Linien sind unsymmetrisch umgekehrt.

Klasse 3: Die Linien werden durch Druck nicht umgekehrt, bleiben ziemlich scharf.

Klasse 4: Die Linien werden nicht umgekehrt aber stark symmetrisch verbreitert.

Klasse 5: Die Linien werden nicht umgekehrt, stark unsymmetrisch nach Rot verbreitert.

Die Einteilung in Gruppen betrifft die Größe der Verschiebung:

Gruppe a enthält die »Flammenlinien« mit kleiner Verschiebung pro Atmosphäre etwa 0.0018 A. bei λ 4000, 0.0026 bei λ 5000.

Gruppe b zeigt pro Atmosphäre bei λ 4000 : 0.0021, bei λ 5000 : 0.0048, bei λ 6000 : 0.0074.

Gruppe c zeigt bei λ 4000 etwa 0.0044, bei λ 5000 : 0.0103.

Gruppe d gibt bei λ 4000 : 0.0084, bei λ 5000 : 0.0142, bei λ 6000 : 0.025.

1) Eine im Bonner Institut unternommene neue Messungsreihe dürfte in Bälde vorliegen.

Die Verschiebung wächst nahezu proportional der dritten Potenz der Wellenlänge, wird also im Rot sehr groß.

St. John und Ware trennen von der Gruppe d einen Teil ab, welchen sie sub-d (sd) nennen. Die Verschiebung ist etwas kleiner als bei d. Ferner führen sie eine fünfte Gruppe e ein, deren Linien sich mit Druck nach Violett verschieben und sich stark unsymmetrisch verbreitern. Gale und Adams bestätigen [161] die Existenz solcher Linien.

Ein Vergleich der vorliegenden Messungen ergibt nun, daß die zu den Gruppen a und b gehörenden Linien von allen Beobachtern nahe gleich gemessen sind, während die Linien von e am schlechtesten übereinstimmen. Da Goos einen Einfluß der Bogenlänge gefunden hatte, vermuten St. John und Ware, daß die Wellenlänge an den Polen eine andere sei, als in der Mitte des Bogens. Das hatte übrigens schon vorher Papenfuß [133] ausgesprochen. Es sieht so aus, als ob an den Polen ein höherer Druck vorhanden wäre, und diese Erscheinung hat man mit St. John Poleffekt genannt.

Auf dem Kongreß der Sonnenvereinigung in Bonn 1913 wurde daher beschlossen: wenn man den Eisenbogen zur Erzeugung von Normalen benutzt, soll er 6 mm Länge haben, nur der mittelste Teil von 2 mm Länge soll benutzt werden, die Stromstärke soll für kurze Wellenlängen < 4000 A. 4 Ampere, für längere 6 Ampere betragen; nur Linien der Gruppen a, b, c, d dürfen als Normalen benutzt werden[1]. Am besten wäre es natürlich, sich auf a oder a und b zu beschränken; aber die Zahl dieser Linien ist zu gering; zwischen λ 566 und λ 553 ist z. B. keine einzige vorhanden.

Weitere Arbeiten verfolgten nun einerseits den Zweck, Normalen dritter Ordnung zu gewinnen, andererseits den Poleffekt weiter zu erforschen und womöglich aufzuklären. Da ist vor allem eine Arbeit von St. John und Babcock [189] zu nennen. Die Verfasser zeigen, daß eine Verschiebung weder durch Dichte des Dampfes noch durch die Temperatur hervorgerufen wird, daß im Vakuum der Poleffekt völlig verschwindet, daß er also kaum durch elektrische Bedingungen hervorgerufen sein kann. Goos [162] hatte die Vermutung ausgesprochen, es handle sich um eine wirkliche Druckverschiebung. Wie schon Kayser, Fabry und Buisson und Janicki halten die Autoren das für sehr unwahrscheinlich; sie zeigen, daß der Poleffekt nach einem anderen Gesetz mit der Wellenlänge variiert, als die Druckverschiebung, derart, daß sich aus verschiedenen Gruppen verschiedene Drucke ergeben würden. Wenn daher auch Poleffekt und Druckverschiebung in enger Beziehung stehen, sind sie nicht Folge voneinander. Endlich glauben die Verfasser zeigen zu können, daß es sich um wirkliche Verschiebung, nicht nur um unsymmetrische Verbreitung handle. Zu ähnlichen Schlüssen kommt, unabhängig von St. John

1) Gewöhnlich benutzt man den sog. Pfund-Bogen. Pfund (Astrophys. J. 27 p. 296—298, 1908) fand, daß, wenn man auf die untere positive Elektrode ein Kügelchen von geschmolzenem Eisenoxyd legt, wie sie sich im Eisenbogen bilden, und den Bogen zwischen ihm und der oberen negativen Elektrode zündet, der Bogen viel stetiger brennt.

und Babcock, auch Royds [168, 169], der zunächst von dem Unterschied der Wellenlängen bei langem und kurzem Bogen ausgeht. Auch Janicki [174] vergleicht langen und kurzen Bogen. Dann hat Nagaoka [254, 272] in neuester Zeit den Betrag des Poleffektes mit Stufengitter gemessen für eine größere Zahl von Linien zwischen 3667.88 und 5638.28; es besteht keine Beziehung zwischen der Größe der magnetischen Aufspaltung und dem Betrage des Poleffektes. Dieser fehlt bei einem Vakuumbogen, der aus einer Glühkathode und einer Eisenanode besteht. Nagaoka ist geneigt, den Poleffekt als eine komplexe Erscheinung anzusehen, in die der Einfluß des Druckes, des Potentialgradienten an den Polen, der Geschwindigkeit der Ionen und Elektronen und andere Dinge hineinspielen. Endlich sei auf den nahen Zusammenhang aufmerksam gemacht, der zwischen der Klasseneinteilung der dem Poleffekt unterworfenen Linien mit den Temperaturklassen Kings [262] und der Klasseneinteilung der in der Nähe des positiven Poles eines »Pfund«-Bogens nach Merrill [263] verstärkten Linien besteht.

Es sei hier hinzugefügt, daß man in neuerer Zeit Druckeffekt und Poleffekt als eine Wirkung des elektrischen Feldes und der damit verbundenen Aufspaltung, Verbreiterung, Verschiebung von Linien hat in Beziehung bringen wollen. Daß das kaum richtig sein kann, zeigt schon die besprochene Abhandlung.

Lang [180] hat die Untersuchungen auf den kurzwelligen Teil des Eisenbogens ausgedehnt; es finden sich hier ganz dieselben Erscheinungen, aber leider sind Messungen des Druckeinflusses und Einteilung in Gruppen noch nicht vorhanden. Immerhin kann Lang eine Liste von Linien geben, die an den Polen wesentlich andere Wellenlängen haben, als in der Mitte, sich also nicht als Normalen eignen.

Bevor wir auf die sich zeitlich anschließenden weiteren Messungen von Normalen dritter Ordnung eingehen, soll die prinzipielle Frage der Erzeugung des Eisenbogens zu Ende geführt werden.

Während man bei Festsetzung der Vorschriften der Sonnenvereinigung über die Beschaffenheit des Eisenbogens angenommen hatte, daß die Mitte eines solchen Pfund-Bogens von 6 mm Länge bei 6 Ampere Stromstärke frei von Poleffekt sei, finden St. John und Babcock [212], daß das nicht der Fall sei, vielmehr die Linien der Gruppen d und e noch einen sehr merklichen Poleffekt besitzen, während die Linien der Gruppen a, b und c 4 richtig sind. Wenn man aber statt der oberen Eisenelektrode einen Kohlestab nimmt, werden die Fehler für die Gruppe d beseitigt, bleiben noch für Gruppe e in kleinem Maße zurück. Um vollkommen frei von jedem Poleffekt zu werden, muß man einen Pfundbogen von 12 mm Länge nehmen und aus der Mitte ein Stück von 1.25 mm Länge benutzen. Dann kann man die Linien der Gruppen d und e mit derselben Genauigkeit und Unveränderlichkeit messen, wie die der Gruppe a. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob die obere Elektrode Eisen oder Kohle oder irgendein anderes Metall ist. Macht man den Strom stärker als 5 Amp.,

so bleiben die Werte bei den Linien d unverändert, während bei den e wieder Poleffekt auftritt [1]). Voraussetzung ist natürlich die Benutzung geeigneter optischer Mittel zur Abbildung.

Es sind daher die meisten der bisher veröffentlichten Messungen noch mit Fehlern behaftet; auch die internationalen Normalen zweiter Ordnung, die zu e und d gehören, sind falsch, und zwar beträgt der Fehler im grünen Teil des Spektrums für die Linien d etwa + 0.006 A.

Daß diese Annahme in der Tat annähernd zutrifft, zeigt Müller [251], der bisher auch allein konsequent, außer St. John u. Babcock, die von diesen vorgeschlagenen Vorsichtsmaßregeln benutzt hat. Er mißt innerhalb des Bereiches 4531.155 bis 5658.830 eine Reihe Normalen der Gruppen C und D und findet durch Vergleich mit den entsprechenden Zahlen der adoptierten internationalen Normalen für diese im Mittel eine Verschiebung von 0.0062 A. E. nach Rot (mit einer maximalen Abweichung der Einzelwerte um 0.001 A. E.) gegenüber 0.0065 bei St. John u. Babcock.

Nun mögen die ausgeführten Messungen, soweit sie nicht schon genannt sind, kurz besprochen werden.

Papenfus [133] hat zum Zweck der Prüfung der Koinzidenzmethode mit Konkavgitter eine Anzahl Linien in den Bereichen 6678 bis 6065 und 4375 bis 4076 gemessen, zu einer Zeit als erst die sekundären Messungen von Eversheim und Fabry u. Buisson vorlagen. Die Messungen sind von hervorragender Güte, allein wegen Nichtbeachtung der Klasseneinteilung und des Poleffektes heute veraltet. Dasselbe gilt erst recht von den Messungen von Exner u. Haschek [135], die der angewendeten Methode wegen nur die Hundertstel erstreben. Diese Messungen, ebenso wie diejenigen von Kayser [128], Papenfus [133], Goos [182], sowie ein Teil der gleich zu nennenden Messungen von Burns [163] sind übrigens bereits bei der Aufstellung der in Bd. VI, p. 896 ff. gegebenen Liste von Eisenlinien benutzt worden, die auch weiter brauchbar bleibt, wenn es sich um den Vergleich von Eisenlinien im Rowlandschen und internationalem System und um die Identifizierung von Eisenlinien handelt. — Geiger [152] benutzt ein Plangitter von 14438 Strichen pro inch und einer geteilten Fläche von 8 cm, das er astigmatismusfrei aufstellt. Er mißt Bogenlinien im Bereiche 6703 bis 9809. Indes gehen die Fehler bis zu mehreren Zehnteln A. E. Die Messung ist zudem veraltet.

Wohl die beste bisherige Messung des gesamten Spektrums von λ 8824 bis λ 2373 verdanken wir Burns [158, 173, 163]. Sie ist mit einem der besten Konkavgitter, das Rowland hergestellt hat, in Bonn ausgeführt, in Anlehnung an die internationalen Normalen zweiter Ordnung, soweit sie vorhanden sind, für kürzere Wellenlängen unter Benutzung der Koinzidenzmethode. Freilich war

1) Die sogen. „Internationale astronomische Vereinigung", die sich in Amerika gebildet hat, hat denn auch diesen Pfundbogen von 12 mm Länge als allgemeine Normale zur Vorschrift gemacht. Vgl. Proc. Nat. Acad. 6 p. 367 (1920). — St. John u. Babcock. Astrophys. J. 53 p. 261 (1921).

bei der Aufnahme die Existenz des Poleffektes noch kaum bekannt, und es ist nur erstaunlich, das sich das in den Tabellen nicht mehr kenntlich macht.

Janicki [174] mißt die Strecke λ 4903 bis λ 4282 mit Konkavgitter, seine Messung ist mit großer Sorgfalt gemacht, stimmt auch durchweg sehr gut mit den Bogenmessungen von Burns überein. Indes unterliegt sie, wenigstens in den Klassen c und d dem Poleffekt. Viefhaus [176] mißt mit Konkavgitter im Bereiche 2987 bis 4118. Abgesehen von dem allgemeinen Mangel der benutzten Lichtquelle bleiben seine Messungen jedoch an Genauigkeit um einige Tausendstel hinter anderen Beobachtern zurück.

Über die Ursachen dieser Abweichungen, die sich z. T. auch bei Höltzenbein vorfinden, vergleiche man Pickhan [230].

Hamm [165] mißt das Ni-Spektrum, dabei aber auch eine Anzahl der Eisenlinien von sehr kurzer Wellenlänge bis λ 2260 nach der Koinzidenzmethode. Seine Messungen scheinen zu den besten ihrer Art in diesem kurzwelligen Gebiet zu gehören. Werner [178] mißt 5 Linien mit Interferometer, man findet sie in der folgenden Tabelle.

Inzwischen hatte Burns [159, 191] Messungen mit dem Interferometer ausgeführt, wie schon oben erwähnt. — Meissner [197] mißt mit Plangitter drei Linien bei λ 9000, von denen aber zwei offenbar kein Eisen sind, da sie nach seiner eigenen Angabe nicht im Sonnenspektrum vorkommen, auch von Meggers und Kiess nicht im Eisenbogen gefunden wurden. — Hoeltzenbein [198] mißt die Teile λ 5658 bis 4859 und λ 4315—2987. Die Messungen scheinen im allgemeinen leidlich zu sein, wenn auch an einzelnen Stellen vielleicht infolge von Poleffekt der benutzten Normalen — eine Verschiebung um etwa 0.01 A eingetreten zu sein scheint.

Nun folgt eine vortreffliche Arbeit von Burns, Meggers und Merrill [201], enthaltend Interferometermessungen von λ 675 bis 323, wobei die Linien etwa in Abständen von 10 A ausgewählt werden. Die Messungen werden mit drei Interferometern von verschiedener Dicke ausgeführt. Die Verfasser benutzen Ströme von 4 und 6 Ampere, finden keinen Unterschied der Wellenlänge, ebensowenig gegen die früher bestimmten Normalen zweiter Ordnung, bei denen doch der ganze Bogen zur Lichtentnahme benutzt wurde, so daß dabei ein starker Poleffekt vorhanden sein müßte. Die Arbeit enthält vielerlei interessante Details, die man dort nachsehe.

Piña [208] photographiert mit kleinem Gitter den kurzwelligen Teil des Eisenbogens von λ 230 bis λ 198; die Fehler scheinen die Zehntel zu betreffen. Besser scheint eine gleiche Messung von Schumacher [223] mit Quarzspektrograph.

Meggers und Kiess [216] gelingt die Photographie des Spektrums mit Gitter bis zur Wellenlänge 1.04 μ. Die veröffentlichte Tabelle enthält Linien von noch größerer Wellenlänge, aber diese haben sich nach privater Mitteilung als Lymansche Geister herausgestellt und sind in der folgenden Zusammenstellung der Messungen fortgelassen. — Noch viel weiter ins Ultrarot, freilich

auch mit einer Fehlergrenze von mehreren Angström, gelangen Randall und Barker [225], die mit Gitter und Bolometer messen. Sie erreichen 2.7 μ.

Zwei, wie es scheint, ausgezeichnete Messungsreihen, die mit Hilfe der Koinzidenzmethode aus Normalen zweiter Ordnung die kurzen Wellenlängen bestimmen wollen, liefern Pickhan [230] und Müller [251]; Frl. Pickhan gibt neben der Messung von Eisenlinien auch Nickellinien und außerdem eine Untersuchung über den Zusammenhang zwischen photographischer Linienbreite und Intensität. Müller kommt bis λ 251 und mißt unter den gleichen Bedingungen wie St. John und Babcock [253].

Die allerkürzesten Wellenlängen hat zuerst Mc Lennan mit Mitarbeitern [227, 228] zu erreichen gesucht. In der ersten Abhandlung mit Lang wird ein Konkavgitter und Vakuumbogen verwandt; die Wellenlängen reichen bis λ 1427, haben aber nicht die mindeste Ähnlichkeit mit irgendeiner der sonstigen Messungsreihen. Sollte wirklich die andere Lichtquelle ein so absolut verschiedenes Spektrum geben? Diese Zahlen sind am Schluß der Tabelle angegeben.

Die zweite Untersuchung [228] ist mit Prisma und Linsen aus Fluorit ausgeführt, ebenfalls mit Vakuumbogen. Die Linien reichen von λ 239 bis λ 189; auf der mit der vorigen Arbeit gemeinsamen Strecke ist keine einzige Linie gemeinsam. Dagegen bekommt die Liste etwas Ähnlichkeit mit andern, wenn man die Wellenlängen um 1 bis 2 A. E. vergrößert.

L. u. E. Bloch [242, 246, 247] messen mit Prismenapparat eine große Zahl schwacher Eisenlinien im Bereiche 1844 bis 1530. Messungen von Takamine und Nitta [213] sind nicht zugänglich.

Endlich kommt die prachtvolle Untersuchung von Millikan [238] und die Messung von ihm, Bowen und Sawyer [250], die mit Vakuumfunken die Wellenlänge 271.5 A erreichen, uns also bis ins Gebiet der Röntgenstrahlen heranführen. Es scheint aber das Funkenspektrum von dem Bogenspektrum absolut verschieden zu sein, eine bei den kurzen Wellenlängen ja gewöhnliche Erscheinung.

Als wichtigste Messungsreihe ist endlich die von St. John und Babcock [206] zu nennen, welche den von ihnen als fehlerfrei gefundenen Bogen, den Pfund-Bogen von 12 mm Länge, etwa 5 Ampère, benutzt, und eine sehr große Anzahl von Linien zwischen λ 6750 und λ 3370, teils mit Gitter und Interferometer, teils nur mit einem Instrument gemessen, enthält. Wie eben ausgeführt, ist diese Tabelle für die Linien der Gruppen d und e, und teilweise auch für die der Gruppe c neben Müller die einzig richtige. In der Tat zeigt eine Vergleichung mit den übrigen Messungen, wie sie sich aus der folgenden Tabelle ergibt, für die Linien der Gruppen a und b durchweg vortreffliche Übereinstimmung, während die Linien d meist kleinere, die e größere Wellenlänge haben, weil bei den anderen Beobachtern der noch vorhandene Poleffekt die Linien vergrößert oder verkleinert hat.

In neuester Zeit hat Brown [255] eine Anzahl Eisenlinien des Vakuumbogens (40 mm Druck) mit Interferometer gemessen. Er hält seine Zahlen für

richtig bis etwa 0.001 A. Allein ein Vergleich mit der folgenden Tabelle zeigt, daß das nicht richtig ist. Die Linien der Klassen a und b sollten im Vakuum um etwa 0.001 A. kleiner sein, als bei Atmosphärendruck. die Differenzen Mittel-Brown schwanken aber zwischen 0.012 und + 0.009.

Im Bereiche der Röntgenstrahlen hat wieder Moseley [155] die ersten Messungen im Bereiche der K-Serie gemacht, die dann allmählich durch Wagner [172, 184), Siegbahn [194], Stensson [235], Siegbahn u. Stenström [200, 199], Siegbahn [229], Hjalmar [249], Siegbahn u. Dolejsek [256] und Dolejsek [261] verbessert und ergänzt wurden, ohne daß bisher ein Abschluß erreicht wäre. Gleichzeitig wurde indirekt in das Grenzgebiet zwischen den Schumannstrahlen und Röntgenstrahlen eingedrungen — Kurth [243, 244] — und es wurden von Wagner [184], Duane u. Fricke [248] die charakteristischen K-Grenzen zu 1740 (Wagner) bzw. 1739.6 (Duane) gemessen.

Nach dieser kritischen Aufzählung der vorhandenen Messungen sollen sie in der folgenden Tabelle vereinigt werden. Dabei sind indessen alle Messungen, die vor der Zeit der Erkenntnis des Poleffektes gemacht worden sind, oder die aus einem anderen Grunde an Genauigkeit erheblich zurückstehen, fortgelassen. So fehlen: Kayser [128], Goos [144, 149, 182], Exner und Haschek [135], Papenfus [133], Lang [180], Geiger [152], Viefhaus [176]; ferner Hoeltzenbein [198]; Janicki [174] und Werner [178]. Auch die älteren Messungen von St. John und Ware [150] sind nicht aufgenommen, da sie durch die viel vollständigeren neuen [253] ja wohl überholt sind. Der übrige Inhalt der Arbeit [150] ist übernommen, also z. B. die Zuordnung einzelner Linien zu den Klassen und Gruppen. Auch die Messungen von Brown [255] sind nicht aufgenommen, weil sie zu wenig genau sind, und weil sie den Vakuumbogen betreffen.

Etwas zu kurz kommt dabei das Funkenspektrum, welches, abgesehen vom Schumanngebiet (Millikan [250], Bloch [242, 246, 247]), nur von Exner und Haschek [135] gemessen worden ist.

Die sehr zahlreichen Intensitätsunterschiede zwischen Bogen und Funken sind im wesentlichen aus der Eisentabelle in Bd. VI p. 896—926 genügend zu ersehen, und dazu kommen noch die Listen der enhanced lines durch Lockyer Baxandall, Fowler (siehe weiter unten).

Hiernach umfaßt die folgende Tabelle die folgenden Autoren

1. Randall u. Barker. 2. Meggers u. Kiess. 3. Burns, Gitter und Interferometer. 4. St. John u. Babcock. 5. Burns, Meggers u. Merrill. 6. Müller. 7. Pickhan. 8. Hamm. 9. Schumacher. 10. Piña. 11. Millikan, Bowen u. Sawyer. 12. McLennan u. Lang. 13. E. u. L. Bloch. Ferner ist bei der Mehrzahl der Linien die Temperaturklasse nach King und die Gruppe nach St. John u. Babcock bzw. St. John u. Ware angegeben. Die internationalen Normalen zweiter Ordnung sind durch Fettdruck hervorgehoben. Die schlechten, die nicht gebraucht werden sollten, sind eingeklammert. Für die Mehrzahl der mehrfach gemessenen guten Linien ist der Mittelwert aus-

gerechnet. Die Linien, welche Lang [180] für ungeeignet zu Normalen im kurzwelligen Teil des Spektrums hält, weil sie variabel oder diffus sind, oder weil sie schwache Begleiter haben, sind als solche bezeichnet. Die Zahl dieser Linien ist jedoch stellenweise so groß, daß kaum eine stärkere Linie übrig bleibt; außerdem gehört ein Teil dieser Linien gerade zu denjenigen, die von Burns zur Klasse A gerechnet werden, also zu denjenigen Linien, die besonders scharfe und gute Interferenzen geben. Eine Nachprüfung, namentlich auch in Hinsicht auf den Druckeffekt bleibt wünschenswert. Ferner ist die Mehrzahl der Linien bezeichnet, die auf ihren Zeemaneffekt untersucht worden sind. Berücksichtigt sind dabei nur die Autoren, die eine große Zahl von Linien untersucht haben, wie Bilderbeck [125], Graftdijk [134] und King [140, 236]. Das Detail sehe man in den Originalen, ferner bei den Bd. VI p. 453 genannten Autoren, sowie bei Lüttig [146].

Nicht alle jemals als Eisenlinien gemessenen Linien sind mit angeführt. Im wesentlichen schließt sich der Umfang der Tabelle an Burns an. King, Lang, Geiger u. a. führen gelegentlich schwache Linien, die sonst nicht gemessen sind. Diese sind in der Tabelle der Raumersparnis wegen einfach fortgelassen.

Überblickt man die gesamte Tabelle, so zeigt sich, abgesehen von den Gebieten größter und kürzester Wellen, daß bereits für viele Hunderte von Linien, die sich über das ganze Spektrum verteilen, eine Übereinstimmung erzielt ist, die 1—2 Tausendstel gewährleistet. Man wird also jetzt schon für die meisten praktischen Zwecke ausreichende Normalen in genügender Zahl zur Verfügung haben. Allerdings ist zu bemerken, daß alle neueren Messungen, sowohl diejenigen mit Gitter, wie diejenigen mit Interferometer sich auf die 1913 adoptierten Normalen zweiter Ordnung stützen. Dies gilt sowohl von den Messungen, die im Bureau of Standards gemacht worden sind, wie von den Messungen in Pasadena, wie von den bisherigen Bonner Messungen. Wie St. John u. Babcock [253] zeigen, kamen bei ihnen von den 78 internationalen Normalen unter 62 stabilen Linien 53 innerhalb ± 0.001, 8 innerhalb ± 0.002, 2 innerhalb ± 0.003, und nur eine mit einer Abweichung von 0.004 A heraus, während 16 den Klassen c_5 bis d angehörige Linien die bereits erwähnte Durchschnittsdifferenz von 0.007 A zeigen. Nach Ausmerzung dieser Linien bleibt im allgemeinen eine ausreichende Zahl sekundärer Normalen übrig, doch würde es sich empfehlen, an Stelle der unbrauchbaren sekundären Normalen andere, geeignetere zu setzen. Es bleiben nur einige Bezirke, in denen geeignete Linien mangeln, z. B. 4700—4800 und 5500 bis 6000. Hier wird man auf andere Elemente zurückgreifen müssen. Besonders geeignet erscheinen dazu Neonlinien [1]). Unterhalb 3370 fehlt es bisher an adoptierten Normalen zweiter Ordnung. Es liegen bisher erst die Interferometermessungen von Fabry

1) Eine bezügliche in Bonn ausgeführte Untersuchung ist abgeschlossen und wird in kurzer Frist publiziert werden. Man vgl. auch den Bericht von St. John für die Röm. Tagung des Komites für Wellenlängen. Mai 1922.

u. Buisson vor, deren Angaben mit in die Tabelle aufgenommen sind, so lange die anderwärts unternommenen Messungen noch nicht im Resultat vorliegen. Allein diese Interferometermessungen sind an sich völlig ungenügend. Einmal fehlt es nämlich bisher an einer Untersuchung über den Druckeffekt bzw. die Gruppeneinteilung der Eisenlinien in dieser Gegend. Sodann zeigen sich auch, wie Pickhan [230] und Müller [251] nachweisen, streckenweise systematische Fehler in den Werten von Fabry und Buisson, unter denen z. B. die Linien 3125,661 um 4 Tausendstel, 3225,790 um 2 Tausendstel zu tief liegen, 2588 liegt 14 Tausendstel zu hoch. So wünschenswert nun die Wiederholung von Interferometermessungen mit direktem Anschluß an die Cd-Normale für diesen Bereich ist, wird doch durch die vielfache und vorsichtig benutzte Handhabung der Koinzidenzmethode einstweilen ein brauchbarer Ersatz geliefert, so daß größere Korrekturen der Wellenlängen unterhalb 3300 sehr unwahrscheinlich sind. Sehr unbefriedigend ist der Stand der Messungen unterhalb etwa 2000. Die Zuordnung der verschiedenen vorliegenden Messungen erscheint hier so zweifelhaft, daß wir es vorziehen, die verschiedenen Reihen nebeneinander zu bringen.

Außer der bereits erwähnten kürzeren Liste von Eisenlinien von St. John und den ausführlich besprochenen Messungsreihen existiert noch ein Katalog von Eisenlinien, den Hartmann [196] bearbeitet hat. Im Gegensatz zu dem eingangs geschilderten und hier beobachteten Verfahren bei der Auswahl der im Katalog der Eisenlinien berücksichtigten Messungen zieht Hartmann alle bis 1916 gegebenen Messungsreihen heran, versieht sie mit Gewichten und mittelt. Hartmann verwendet alsdann große Mühe auf die Ermittlung der Korrekturen, durch die ein Übergang von dem System der internationalen Normalen auf das alte Rowlandsche System und umgekehrt möglich ist, um so die Verwendbarkeit der zahlreichen älteren in seinem System gemachten Messungen (z. B. astrophysikalischer Art) sicher zu stellen. Hierzu ist es zunächst erforderlich, zu definieren, was unter dem Rowlandschen System verstanden werden soll. Hartmann nimmt dazu das System der Sonnenlinien der Preliminary Table, mißt eine Reihe von Bogenlinien des Eisens in diesem System und erhält durch Mittelbildung der Quotienten der Wellenlängen im Rowlandschen System und im internationalen System den Faktor 1,0000373, der zur Definition des mittleren Rowlandschen Systems benutzt wird. Hieraus ergibt sich dann durch Rechnung die Differenz beider Systeme für jeden Wellenlängenbereich. Weiter gibt Hartmann eine Tabelle zur Umrechnung der auf die älteren Kayserschen Normalen bezogenen Messungen und eine Zusammenstellung der bis dahin vorliegenden Eisenmessungen, mit Mittelwerten und Korrekturen auf das mittlere System der Rowlandschen Normalen und umgekehrt. Diese Tabellen sind in der Tat bequem in den Fällen, in denen eine Umrechnung erforderlich ist, bieten indes kaum mehr als die Tabellen, die in Bd. VI gebracht sind und die für alle praktischen Zwecke ausreichen, da eine über die Hundertstel A. E. hinausgehende Umrechnung angesichts der

Unsicherheit im einzelnen keinen Zweck hat. Aus diesem Grunde ist auch die Mühe vergebens, die sich Hartmann weiter gibt, um die Fehler des Rowlandschen Systems durch Ermittlung einer Korrektionskurve zu verbessern bzw. um das System der Preliminary Table auf ein in sich richtiges mittleres Rowlandsystem zu korrigieren. Es ist bereits eingangs darauf hingewiesen worden, daß die Unstetigkeit im Gang der Fehler und die Unmöglichkeit einer nachträglichen Berücksichtigung von Poleffekten im Bogen und individueller Einflüsse auf Sonnenlinien jede Korrektur illusorisch machen, die über 1 bis 2 Hundertstel hinausgeht. Für eine Reihe interessanter Einzelheiten und eine wertvolle Zusammenstellung über den Druckeffekt sehe man das Original.

Randall u. Barker, Bogen [225].

26727.4	5	16494.6	15	15396.4	30	14518.8	75	13564.1	45
487.3	5	397.2	10	295.7	70	440.4	20	12033.5	25
229.4	20	317.2	15	212.5	35	401.8	100	11974.7	75
25987.4	25	165.9	15	054.2	20	287.9	40	884.2	50
661.5	15	15820.8	25	14828.2	20	237.1	40	640.8	25
341.5	5	815.1	25	744.2	10	124.4	15	608.0	20
18856.2	10	771.2	40	710.7	15	13978.5	10		
16808.0	10	624.8	25	558.3	35	899.4	50		

	Meggers u. Kiess [216]		Randall [225]	
10875	69			
257	18			
246	24			
244	35			
234	11			
222	02		16.0	20
144	—		44.3	30
063	—		63.3	15
026	24		—	
9961	23		—	
9738	69	1	40.0	15
9653	14	1	—	
49	85	1	—	
9569	85	1	—	
13	22	1	—	
07	39	1	—	
9443	88	1	—	
14	12	1	07.8	20
01	08	1	—	
9382	83	1	—	
72	82	1	—	
62	29	1	—	

	Meggers u. Kiess [216]		Randall [225]	
9359	36	1	—	
54	93	1	—	
50	52	2	—	
48	23	1	—	
24	07	1	—	
18	09	1	—	
07	84	1	—	
9259	17	1	—	
58	49	3	57.1	20
46	54	1	—	
42	32	1	—	
17	55	1	—	
14	42	1	—	
09	99	2	10.4	20
9183	85	1	—	
78	48	1	—	
64	44	1	—	
56	93	1	—	
55	84	1	—	
47	94	1	—	
46	08	1	—	
21	12	1	—	

	Meggers u. Kiess [216]		Randall [225]	
9118	85	4		
17	17	1		
16	18	1		
03	66	1		
00	48	2		
9089	40	4	90.3	40
88	21	4	—	
80	58	1	—	
79	64	4	—	
70	39	1	—	
62	29	1	—	
24	26	1	—	
12	05	1	—	
8999	.52	4	01.1	50 [1]
75	33	1		
29	02	1		
19	83	1		
8866	94	3		
46	67	1		
38	35	2		

1) Meissner [197] mißt 8999.50.

	Meggers u. Kiess [216]		Burns Gitter [158, 178, 163]		Burns Interfer. [159]	
8824	18	6	254	1	254	1
04	55	1	—		—	
8798	37	2	—			
90	55	1	—			
84	39	1	—		—	
63	97	2	—		—	
57	12	2	—			
13	15	1	—		—	
10	28	1	—		—	
8699	43	1	—		—	
88	58	7	640	2	640	2
74	69	3	—		—	
61	85	6	920	1	920	1
21	55	2	—		—	
16	09	1	—		—	
11	73	3	—		—	
8598	79	1	—		—	
92	97	1	—		—	
82	20	2	—		—	
66	—		21	2	—	
26	66	2	—		—	
15	08	2	—			
14	01	3	11	2	—	
8497	00	2	—		—	
71	75	1	—		—	
68	85	7	427	2	427	2
39	58	3	—		—	
24	14	1	—		—	
22	95	1	—		—	
01	42	1	—		—	
8399	86	1	—		—	
98	27	1	—		—	
95	10	1	—		—	
87	74	8	785	2	785	2
65	61	2	59	1	—	
60	79	2	—		—	
40	—		06	1	—	
39	41	4	—		—	
31	94	6	2.01	2	—	
27	04	8	080	3	080	3
8298	47	2	—		—	
75	91	1	—		—	
74	28	1	—		—	
64	—		80	1	—	
48	09	3d	16	1	—	
47	—		45	2	—	
39	09	1	—		—	
32	—		94	1	—	
32	38	2	36	1	—	
20	41	7	42	3	422	3
8207	75	1	86	1 u	—	
8198	95	2	9.00	1	—	
86	80	2	—		—	
79	08	1	—		—	
49	59	1	—		—	
45	47	1	—		—	
34	38	1	—			
8098	85	1			—	
85	19	5	220	2	219	2
80	62	1	—		—	
75	18	1	—		—	
47	60	1	—		—	
46	08	5	088	2	087	2
28	81	1	37	2	—	
24	50	1	—		—	
7990	00	6	8.08	2	8.086	2
94	48	1	—		—	
59	21	1	—		—	
55	81	1	—		—	
45	91	7	889	2	889	2
41	09	2	—		—	
37	19	9	182	2	182	2
12	85	1	—		—	
7879	84	1	—			
69	65	1	—		—	
55	48	1	—		—	
44	66	1	—		—	
32	24	6	243	2 u	243	3
08	04	1	—		—	
7780	62	5	594	1	597	3
74	—		22	1	—	
71	—		09	1	—	
51	18	1	—		—	
48	30	4	289	2	285	2
42	71	1	—		—	
23	20	1	—		—	
10	40	3	40	1	—	
7664	31	4	308	2	304	3
61	24	3	24	1	—	
58	97	2	—		—	
53	80	2	—		—	
20	54	3	551	1	—	
06	32	1	—		—	
7586	08	7	080	3	—	
83	81	4	808Ba?	2	—	
78	58	1	—		—	
68	94	4	932	2	929	5
63	08	1	—		—	
59	68	1	—		—	
46	18	2	178	1	—	

	Meggers u. Kiess [216]		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns Interf. [159]		Klasse
7541	—		63	1	—		
31	20	4	181	2	192	4	
19	—		84	1	—		
11	09	9	059	4	054	4	
07	32	2	31	1	—		
7498	51	1	50	1	—		
95	12	8	099	3	106	3	
91	68	2	678	2	—		
83	43	3	—		—		
82	00	1	—		—		
76	30	1	—		—		
73	56	1	—		—		
61	55	1	534	1	—		
53	98	1	4.02	1	—		
47	40	1	43	1	—		
45	80	9	783	1	781	3	
43	05	1	022	1	—		
41	05	2u	0.98	1	—		
30	73	1u	—		—		
21	60	1	—		—		
18	67	3	680	1	—		
11	21	8	196	3	192	3	
01	71	2	707	1	—		
7389	43	7	432	3	437	3	
86	41	4	402	2	—		
82	89	1	99	1	—		
76	38	1	—		—		
75	—		57 Ba?	1	—		
70	16	1	—		—		
66	37	1	—		—		
63	96	1u	—		—		
58	50	1	528	1	—		
51	42	3u	56	1u	—		
51	—		160	1u	—		
33	60	1	62	1	—		
20	72	3	72	2	—		
11	13	4	112	2	—		
07	95	3	957	2	—		
06	60	2	61	1	—		
00	47	2u	—		—		
7295	02	1	00	1	—		
93	01	6	093	3	091	3	
92	—		856	1	—		
88	79	4	782	3	—		
85	—		286	1	—		
84	83	2	853	1	—		
82	43	1	39	1	—		
61	51	2v	54	2	—		
54	62	1	649	2	—		
44	83	2	86	2	—		

	Meggers u. Kiess [216]		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns Interf. [159]		Klasse
7244	—		00	1u	—		
39	88	4	904	2	914	2	
28	—		820 Ba?	5	—		
28	69	1	—		—		
23	66	3	678	2	677	3	
22	—		88	1	—		
21	23	1	22	1u	—		
19	70	2	698	2	—		
12	47	1	47	1u	—		
07	41	10	430	4	431	8	V
07	—		123	2	—		
00	—		19	1	—		
7195	—		250 Ba?	3	—		
94	92	1	50	1	—		
91	66	1	—		—		
89	13	2	17	1	—		
87	36	10	349	5	348	10	V
81	94 Ni?	1	93	1	—		
81	20	3	22	2	—		
80	08	1	020	1	—		
76	88	1	886	1	—		
75	94	1	937	1	—		
64	49	9	480	4	481	6	
58	—		502	1	—		
55	62	2	64	1	—		
53	—		66 Ba?	5u	—		
51	49 Mn?	1	495	1	—		
45	34	2	317	1	—		
42	55	2	522	1u	—		
32	98	3	999	2	—		
30	96	10	956	4	958	7	
12	17	2	182	1	—		
07	46	2	486	1	—		
7095	48	2	447	2u	—		
92	99	1	—		—		
91	88	1	—		—		
90	41	6d	417	3	416	6	
86	73	1	76	1	—		
83	88	1	396	1u	—		
71	88	1	88	1u	—		
68	42	5	422	3	421	6	
67	—		44	1	—		
60	—		94	1	—		
44	60	1	—		—		
38	73	1	818	1	—		
33	23	4	271	3	257	6	
27	—		60	1	—		
24	65 Ni?	2	649	2	—		
24	09	1	084	1	—		
23	—		49 Ba?	1	—		

	Meggers u. Kiess [216]		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns Interf. [159]		Klasse
7022	98	5 d	3.003	3	—		
16	30	1	436	3			
16	—		075	2	082	3	
14	99	1	—				
11	35	1	364	2			
10	33	1	302	1			
08	02	2	014	2			
00	56	1	633	1			
6999	92	4	928	3	932	6	
88	52	2	541	2	—		
78	86	7	864	3	861	10	IV
77	42	1	445	1			
76			934	1			
76			306	1			
75	46	1	46	10			
71	—		95	1			
60	—		334	1			
51	29	4	278	3	—		
47	48	1	501	5			
45	22	7	215	4	215	10	IV
33	59	2	692	2			
30	—		64	1			
16	72	4	710	3	712	7	
11	—		52	1	—		
02	84	1	80	2	—		
6898	27	1	81	1	—		
85	78	4	77	3	—		
80	—		65	1	—		
75	—		98	1	—		
6875			45	1			
62	46	2	481	2			
61	—		93	2			
60			29	1	—		
58	19	2	173	3			
57	23	1	25	2			
55			74	1			
55	15	6	183	4	184	10	V
54			82	1			
48	60	4	665	4	661	6	V
42	08	1	098	2 u	—		
41	35	5	362	4			V
39	88	1	828	2	—		
38	85	1	80	2			
37	00	1			—		
33			24	1	—		
28	62	4	614	3	617	4	V
20	43	2	—				
10	27	3	28	4			
06	85	2	859	2			
04	—		27	2			
04	11	2 u	020	2			
6798	06	1	11	2	—		
93	32	1	26	1	—		
86	94	2	88	2	—		
83	—		71	1	—		
77	—		44	1	—		
55	62	1	609	2	—		
52	71	2	734	3	—		

Gruppe		Meggers u. Kiess [216]		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns Interf. [159]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
b	6750	15	4	163	4	164	5	—	166	164	162	164	IV
	45			11	1	—		—	—		—	—	
	39			54	1	—		—	—	—		—	
	38			08	1 U	—		—	—	—		—	
	33			171	3	—		—	—	—	—	—	
	32			06	1	—		—	—	—	—	—	
	29			02	1	—		—	—	—	—	—	
	26			668	3	—		—	—	—	—	—	
	25			39	2	—		—	—	—	—	—	
	17			556	2	—		—	—	—	—	—	
	16			24	2	—		—	—	—	—	—	
	15			410	3	—		—	—	—		—	
	13			76	1	—		—	—	—	—	—	
	13			14	3	—		—	—	—	—	—	

Gruppe		Burns Gitter 158, 173, 163		Burns Interf. [159]		St. John u. Babcock [253] Gitter	St. John u. Babcock [253] Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittel-wert	Klasse	
	6710	31	1	—		—	—	—	—	—		
	05	139	3	—		—	—	—	—	—		
	03	570	2	—		—	—	—	—	—		
	6699	14	1	—		—	—	—	—	—		
b 4	6678	001	5	000	6	—	003	000	004	001	III	1)
	67	73	1	—		—	—	—	—	—		
b	63	452	4	454	5	—	457	454	—	454	IV	1)
	63	26	1	—		—	—	—	—	—		
	58	88 Ba?	1	—		—	—	—	—	—		
	48	98	1	—		—	—	—	—	—		
	46	44	1	—		—	—	—	—	—		
	33	772	3	—		—	—	—	—	—	V	
	27	563	3	—		—	—	—	—	—		
	25	04	1	—		—	—	—	—	—		
	09	56	1	—		—	—	—	—	—		
b	09	124	4	123	4	—	125	125	—	124	IV	
	08	03	2	—		—	—	—	—	—		
	05	39	1	—		—	—	—	—	—		
	04	67	1	—		—	—	—	—	—		
	6597	607	3	—		—	—	—	—	—		
b 4	93	881	3	—		—	—	884	—	883	IV	
b 4	6592	928	5	925	6	—	927	926	928	926	III	1)
	91	82	2	—		—		—	—	—		
	81	22	2	—		—	—	—	—	—		
b	75	028	3	032	4	—	030	029	—	030	V	
	74	238	2	—		—	—	—	—	—		
	73	10	1	—			—	—	—	—		
?	69	288	5 u	238	5	—	236	—	—	236	V	
	66	80	1	—		—	—	—	—	—		
	64	30	1	—		—	—	—	—	—		
	49	23	1	—		—	—	—	—	—		
b 4	6546	251	5	247	6	—	258	253	250	251	III	1)
	33	97	3	—		—	—	—	—	—		
	29	04	1	—		—	—	—	—	—		
	28	53	1	—		—	—	—	—	—		
	24	16	1	—		—	—	—	—	—		
b	18	880	3	878	4	—	883	882	—	881		
	16	08	1	—		—	—	—	—	—		
	09	56	1	—		—	—	—	—	—		
	08	72	1	—		—	—	—	—	—		
	07	95	1	—		—	—	—	—	—		
	01	081	2	—		—	—	—	—	—		
	6498	950	2	—		—	—	—	—	—		
	96	462	3	—		—	—	—	—	—		
	95	796	2	—		—	—	—	—	—		
b 4	6494	993	5	991	6	993	994	994	993	993	II	2) 1)
	81	881	3	882	3	—	—	882	—	882	IV	

1) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.
2) Zeemaneffekt von Graftdijk [134] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 178, 163]		Burns Interf. 150		St. John u. Babcock 253 Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. 201	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	6480	45	1	—		—	—					
	77	36	1	—		—	—	—				
b	75	635	3			—	641	639		638	IV	
	74	61	1									
?	69	216	4	—			220			—	V	
b	62	737	4	737	3		738	737		737		
	56	39	1	—		—	—	—				
	51	58	2				—	—				
	50	99	1	—		—	—			—		
	38	79	1	—		—						
	36	48	1	—		—	—	—				
b 4	6430	859	5	857	5	859	859	857	859	858	III	1) 2)
	28	80	1	—		—	—	—				
	28	079	1	—		—	—					
	24	000	1	—		—		—		—		
b 4	21	361	4			363	361	360		361	III	1) 2)
	19	988	3 u			—		—			V	1)
d 5	11	674	5	—		—	—	674			IV	1)
	10	80	1	—		—	—	—				
	08	044	4	042	4	—		044		044	V	1)
	00	885	2	—		—		—		—		
d 5	00	021	5	—		—	—	027		—	III	3) 1)
b 4	6393	609	5	—		612	612	612	612	611	III	1) 2)
	92	584	1	—		—	—	—	—	—		
	87	245	1	—		—	—	—	—			
	85	61 Mn?	1 u	—		—	—	—				
	83	82	1	—		—	—	—	—			
b	80	751	3	752	4	—	755	758	—	758	V	1)
	64	717	1	—		—	—	—	—	—		
	64	884	1	—		—	—	—	—	—		
	62	889	2	—		—	—	—		—		
	60	44	1	—		—	—	—	—	—		
?	58	684	3	688	3	—	701			—	I A	1) 3)
b	55	038	3	040	3	039	042	042		040	III	1)
b	44	159	2	158	3	159	162	159		160	III	1)
	38	896	1 u	—		—	—	—				1)
d 5	36	844	4	842	7	—	—	846	—	844	V	1)
b 4	6335	341	4	343	6	341	344	342	341	342	III	1) 2)
	30	86	1 u	—		—	—	—	—	—		1)
b	22	696	3	697	4	694	698	697		696	III	1) 2)
b 4	6318	027	4	—		028	029	028	028	028	III	1)
	15	814	2	—		—	—	—		—		
b	15	817	3	—		812	819	—		816		1)
	11	506	1	—		—	—	—		—		
	06	06	1	—		—	—	—	—	—		
	03	46	1 u	—		—	—	—	—			

1) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.
2) Zeemaneffekt von King [286] untersucht.
3) Zeemaneffekt von Graftdijk [134] gemessen.

Gruppe	λ	Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns Interf. [159]		St. John u. Babcock [253] Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittel-wert	Klasse	
	6302	512	3	—		—	—	515	—	514	V	1)
d 5	01	524	5	—		—	—	524	—	524	IV	1) 2)
b 4	6297	803	3	801	4	801	807	802	—	805	III	1)
	95	254	1	—		—	—	—	—	—		
e?	90	968	3 u	—		—	975	—	—	—	V	1)
	88	05	1	—		—	—	—	—	—		
a	80	622	2	625	3	—	627	625	—	625	I A	2)
	78	56	1	—		—	—	—	—	—		
	76	958	1	—		—	—	—	—	—		
b	70	229	2	—		—	238	236	—	234		1)
	69	72	1	—		—	—	—	—	—		
b 4	6265	145	3	143	5	145	145	143	145	144	III	1) 2)
	62	75	1	—		—	—	—	—	—		
	61	018	1	—		—	—	—	—	—		
	60	56	1	—		—	—	—	—	—		
b 4	56	371	3	372	4		373	372	—	372	III	1)
	55	955	1	—		—	—	—	—	—		
b 4	54	266	3	268	4	268	267	266	—	267	III	1) 2)
b 4	52	567	4	567	6	568	566	567	—	567	III	1) 2)
	51	42	1	—		—	—	—	—	—		
	49	52 Co?	1 u	—		—	—	—	—	—		
d 5	46	344	4	339	5	—	—	340	—	—	V	1)
	45	84	1	—		—	—	—	—	—		
	43	86	1	—		—	—	—	—	—		
	41	707	1	—		—	—	—	—	—		
?	40	652	2	659	3	—	656	660	—	657		
	37	21	1	—		—	—	—	—	—		
	36	644	1	—		—	—	—	—	—		
	32	667	2	—		—	—	667	—	667	V	1)
b 4	6230	782	5			734	734	734	734	734	III	1) 3) 2)
	29	234	1	—		—	—	—	—	—		
	27	259	1	—		—	—	—	—	—		
	26	77	1	—		—	—	—	—	—		
	21	40	1	—		—	—	—	—	—		
	20	78	1	—		—	—	—	—	—		
b 4	19	290	3	289	5	289	291	290	—	290	III	1) 2)
	17	288	1	—		—	—	—	—	—		
b 4	15	151	2	154	4	—	152	152	—	152		1)
b 4	13	440	3	439	5	438	440	440	—	440	III	1) 2)
	12	04	1	—		—	—	—	—	—		
	10	796	1	—		—	—	—	—	—		
	09	59	1	—		—	—	—	—	—		
	08	426	1	—		—	—	—	—	—		
	07	262	1	—		—	—	—	—	—		
	03	92	1	—		—	—	—	—	—		
b 4	00	322	1	323	4	322	324	323	—	323	IV	1)

1) Zeemanaffekt von King [140] untersucht.
2) Zeemanaffekt von King [236] untersucht.
3) Nach Werner [178] .732.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 168]		Burns Interf. [159]		St. John u. Babcock Gitter 253	St. John u. Babcock Interf. 253	Burns u. Meggers Interf. 201	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
b 4	6191	568	5	—		568	568	569	568	568	II	1) 2)
	88	75	1									
	88	037	2 d r									1)
	84	58	1									
	84	12	1									
	83	75	1									
	80	512	1									
d	80	216	2									1)
b 4	78	346	2	347	4	342	344	344		345	III	1) 2)
	70	499	2 u	495	4	–	—	495		496	V	1)
b	65	370	2	372	3	366	366	370		369		1)
	63	560	1					—				
b 4	57	733	2	736	4	731	736	736		734	V	1)
d	51	630	2	—		– –		632				
d	47	844		—				–				1) 3)
	44	40	1			—						
e b	41	—		—		—		758?			V	1)
b 4	6137	704	4			701	703	700	701	702	III	1) 2)
b	37	005	2	–		6.999	– –			002		
b 4	36	624	4	—		625	623	625		624	III	1)
	34	06	1					–		—		
b	27	919	2	919	4	912	915	914		916		
	16	25	1				—			– –		
	12	720	1 u	– –		—	—		—			
	09	818	1	—		—	—	—	—			
d	08	196	2 u	–		—	—	—			V	
e	02	185	3	185	5	—	—	185	– –	185	V	
	6096	689	1	—		—	—	– –	—	—		
	95	58	1	—		—	—	—	—	–		
	95	116	1	—		—		—				
	93	66	1 u	—		—	– –		—			
	93	090 Co?	1	—		—			– –	—		
	89	567	1	570	3	—		570	– –	569		
	85	267	1	—					– –	—		
	82	718	1	– –		—	– –			—		
	79	02	1 u	–		—						
e	78	482	3	485	4	—	– –	484	—		V	
b 4	6065	496	4	—		492	491	492	492	493	III	
	62	89	1	—		—	– –	–				
e	55	991	3 u	990	4	—	—	990	—		V	
e	42	085	2	092	4	—	092	092	—		V	
	32	67	1	– –		—	—		—	—		
b 4	6027	061	2	—		059	058	059	059	059	V	
e	24	062	4 u	—		—	– –	–	—	—	V	
e	20	177	λ r	174	4	—		—		—	V	
	20	06?	2 U	—		—	—	—	—			
	18	02	1	—		—	—	—	—	—		

1) Zeemanaffekt von King [140] untersucht.
2) Zeemanaffekt von King [286] untersucht.
3) Nach St. John u. Ware [150].

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns Interf. [159]		St. John u. Babcock [253] Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittel-wert	Klasse
d	6008	583	3	584	5	—	—	582	—	583	V
e	07	965	2 u	—		—	—	—	—	—	
	06	53	1	—		—	—	—	—	—	
	05	15	1	—		—	—	—	—	—	
d	03	038	3	036	4	—	—	037	—	037	V
	5999	950	1	—		—	—	—	—	—	
	97	808	1 u	—		—	—	—	—	—	
	88	24	1	—		—	—	—	—	—	
e	87	061	2	—		—	—	—	—	—	V
e	84	809	3	808	5	—	—	—	—	809	IV
d	83	708	2 u	—		—	—	—	—	—	V
d	76	803	2	—		—	—	804	—	804	V
b 4	75	350	2	—		354	356	352	—	353	V
	69	54	2	—		—	—	—	—	—	
	63	91	1	—		—	—	—	—	—	
	63	25	1	—		—	—	—	—	—	
	62	93	1	—		—	—	—	—	—	
b	56	700	3	695	4	—	702	—	—	699	
c 5	52	749	4	742	5	—	—	—	—	746	V
	52	39	1	—		—	—	—	—	—	
	49	35	2	—		—	—	—	—	—	
	46	60	1	—		—	—	—	—	—	
	40	972	2	—		—	—	—	—	—	
	39	21	2	—		—	—	—	—	—	
	38	760	1	—		—	—	—	—	—	
	38	48	2 u	—		—	—	—	—	—	
	37	12	1	—		—	—	—	—	—	
c 5	34	679	4	682	5	—	—	681	—	681	V
	33	08	1	—		—	—	—	—	—	
	31	72	1	—		—	—	—	—	—	
e	30	177	5	—		—	—	—	—	—	V
	27	798	2 u d	—		—	—	—	—	—	
	26	20	1	—		—	—	—	—	—	
	23	06	1	—		—	—	—	—	—	
	20	520	2	—		—	—	—	—	—	
	17	80	1	—		—	—	—	—	—	
	16	250	3	254	4	—	—	252	—	252	
e	14	16	6	—		—	—	—	—	—	V
	13	04	1	—		—	—	—	—	—	
	12	83	2	—		—	—	—	—	—	
	11	20	1 u d	—		—	—	—	—	—	
	10	59	1	—		—	—	—	—	—	
	08	40	1	—		—	—	—	—	—	
	08	24	2	—		—	—	—	—	—	
c 5	05	677	2	682	4	—	—	682	—	680	V
	02	52	1	—		—	—	—	—	—	
	5895	48	1	—		—	—	—	—	—	
c 5	88	842	4	842	3	—	—	842	—	842	V
	80	00	2 u d	—		—	—	—	—	—	
	79	783	2	—		—	—	—	—	—	

Gruppe	Burns Gitter 158, 173, 168			Burns Interf. 159		St. John u. Babcock 253 Gitter	St. John u. Babcock 253 Interf.	Burns u. Meggers Interf. 201	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
	5877	99	2 u d	—		—	—				
	75	38	1 u	—		—	—	—			
	73	211	2	—			—			—	
	72	918	1	—		—	—	—			
	71	27	1	—					—	—	
	71	04	1	—		—		—			
	69	759	1	—			—	—			
	62	351	4 u	347	6	—	—	348		349	V
	59	612	3 u	—		—	—	—			V
	59	20	1	—		—	—	—	—		
	57	134	1					—		—	
	56	084	2	—			—	—		—	
	55	126	1	—		—	—	—		—	
	54	45	1			—	—				
	53	18	1	—		—		—	—		
	45	88	2	—		—		—			
	44	144	1			—		—			
	42	478	2	—		—	—	—			
	37	94	1			—	—		—	—	
	37	709	1	—			—				
	37	29	1	—		—	—	—			
	36	57	1	—				—		—	
	35	28	1			—	—	—	—		
	34	78	1	—		—	—	—			
	34	05	1	—		—	—	—	—		
	32	86	1	—		—	—	—	—		
	32	074	1	—		—	—	—	—	—	
	31	69 Ni?	1	—		—	—	—	—	—	
	30	80	1	—		—	—	—		—	
	30	58	1	—		—	—	—	—	—	
	29	550	1	—		—	—			—	
	28	48	1	—		—	—	—		—	
	26	57	1	—		—	—	—	—	—	
	25	695	2	—		—	—	—	—	—	
	24	84	1	—		—	—		—		
c	16	36	3	—			—	—	—	—	
	15	16	1	—		—	—	—	—		
	14	80	1			—	—	—	—	—	
	11	98	1	—		—	—	—	—	—	
c 5	09	249	2	250	2	—	—	—	—	250	
	06	727	2	—		—	—	—	—		
	04	06	1	—		—	—	—	—	—	
	5798	194	2	—		—	—	198	—	196	
	96	10	1	—		—	—	—	—	—	
	95	69	1	—		—	—	—	—	—	
	93	932	2	938	2	—	—	936	—	935	
	93	34	1	—		—	—	—	—	—	
c 5	91	044	2	046	3	—	—	045	—	045	
	89	648	2	—		—	—	—	—	—	
	85	29	1 u	—		—	—	—	—	—	

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns Interf. [159]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittel-wert	Klasse
	5784	69	1	—		—	—	—	—	—	
c 5	82	15 Cu	1 u	—		—	—	—	—	—	
	80	83	1	—		—	—	—	—	—	
	80	621	2	—		—	—	—	—	—	
	78	47	1	—		—	—	—	—	—	
c 5	75	095	3	101	4	—	—	099	—	098	
c 5	63	015	4	—		—	—	013	—	014	V
	62	434	1	—		—	—	—	—	—	
	60	851	1	—		—	—	—	—	—	
	56	78	1	—		—	—	—	—	—	
	54	41	1	—		—	—	—	—	—	
c 5	53	145	3	142	5	—	—	142	—	143	V
	52	085	2	—		—	—	—	—	—	
	48	64	1	—		—	—	—	—	—	
	47	95	1	—		—	—	—	—	—	
	41	861	2	865	2	—	—	865	—	864	
c 5	31	775	3	773	4	—	—	774	—	774	
c 5	17	848	3	852	4	—	—	853	—	851	
	15	107	1	—		—	—	—	—	—	
	14	155	1	—		—	—	—	—	—	
c 5	12	150	2	—		—	—	—	—	—	
c 5	11	867	2	—		—	—	—	—	—	
c 5	5709	895	2	895	2	—	—	895	396	395	IV
	08	109	1	—		—	—	—	—	—	
	07	068	1	—		—	—	—	—	—	
e	05	988	2	—		—	—	—	—	—	
c 5	05	48	1	—		—	—	—	—	—	
	04	72	1	—		—	—	—	—	—	
c 5	01	555	3	553	4	—	—	553	554	—	III? [1]
e	5693	638	2	638	2	—	—	638	638	—	
	91	509	1	—		—	—	—	—	—	
e	88	582	2	—		—	—	—	—	—	
	86	25	1	—		—	—	—	—	—	
	79	028	2	—		—	—	—	—	—	
	77	05	1	—		—	—	—	—	—	
	67	538	2	—		—	—	—	—	—	
	62	94	1	—		—	—	—	—	—	
d	62	533	3	—		—	528	534	—	—	V
d 5	5658	836	4	—		826	826	835	(836)	—	IV [1]
	58	542	1	—		—	—	—	—	—	V
c 5	55	506	2	505	3	—	—	505	—	505	
	55	179	2	—		—	—	—	—	—	
	53	91	1 u	—		—	—	—	—	—	
	52	32	1	—		—	—	—	—	—	
	50	71	1	—		—	—	—	—	—	
	50	01	1	—		—	—	—	—	—	
	49	66	1	—		—	—	—	—	—	
	48	99	1 u	—		—	—	—	—	—	

1) Zeemaneffekt von King (236) untersucht.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns Interf. [159]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
e 5	5641	464	2	458	3	—	—	458		—		
d 5	38	278	3	276	4	269	269	276	—	—	V	
	37	41	1	—		—			—			
	36	708	1	—		—		—		—		
	35	85	1	—		—	—	—	—	—		
e 5	33	970	2	—			—	—	—	—		
	30	37	1	—		—	—	—	—	—		
d 5	24	563	5			548	551	559	—	—	IV	
	24	056	1	—		—	—	—	—	—		
	21	28	1	—		—	—	—	—	—		
	20	527	1	—		—	—	—	—	—		
	19	60	1	—		—	—	—	—	—		
e 5	18	646	1	646	2	—	—	646	—	646		
d 5	5615	663	6	—		653	653	661	(661)	—	IV	1) 2) 3)
	15	308	2	—		—	—	—	—	—		
d 5	02	965	3	962	5	955	955	—		—	IV	
e 5	02	788	2	—		—	—	—	—	—		
e 5	00	242	1	—		—	—	—	—	—		
e	5598	306	3	298	3	305	302	—	—	302	IV?	
e	94	661	2	—		—	—	—	—	—		
	87	582	1	—		—	—	—	—	—		
d 5	5586	772	6	—		765	765	772	(772)	—	IV	1)
	84	768	1	—		—	—	—		—		
d 5	76	106	4	—		095	098	106	—	—	IV	
	73	10	1	—		—	—	—	—	—		
d 5	72	857	5	—		849	851	859	—	—	IV	
d 5	5569	631	5	—		627	627	633	(633)	—	IV	
e 5	67	401	2	399	3	—	—	—	—	—		
e	65	708	3	—		708	710	—	—	—	V	
d	63	609	3	608	3	605	—	611	—	—	V	
e	62	712	2	—		—	—	—	—	—		
e 5	60	280	1	—		—	—	—	—	—		
d	57	954	1 u	—		—	—	—	—	—		
e	54	879	3 u	—		894	893		—	—	V	
	53	586	1	—		—	—	—	—	—		
	46	512	1	—		—	—	—	—	—		
d	43	951	2	953	3	950	—	953	—	—		
	43	184	2	184	3	—	—	184	—	—		
	38	54	1	—		—	—	—	—	—		
a 4	35	423	2	—		419	—	423	—	422		
	32	752	1	—		—	—	—	—	—		
e 5	25	552	2	553	3	—	—	557	—	556		
	22	46	2	—		—	—	—	—	—		
	12	277	1	—		—	—	—	—	—		
a 3	5506	785	4	—		784	783	783	784	784	I B	3)
	03	08	1 u	—		—	—	—	—	—		
a 3	01	471	4	—		470	470	468	—	470	I B	3)

1) Zeemaneffekt von Graftdijk (184) gemessen.
2) Nach Werner (178) .659. 3) Zeemaneffekt von King (286) untersucht.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns Interf. [159]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
a 3	5497	521	4	520	4	522	521	521	522	521	I B	1)
	94	468	1	—		—	—	—	—	—		
	93	508	1	—		—	—	—	—	—		
c 5	87	78	3	—		—	—	—	—	—		
	87	16	1	—		—	—	—	—	—		
	83	111	1	118	3	—	—	—	—	—		
	81	252	2	—		—	—	—	—	—		
c 5	80	872	2	—		—	—	—	—	—		
	78	48	1	—		—	—	—	—	—		
d 5	76	582	4	—		573	574	—	—	—	IV	
a 4	76	296	2	—		300	—	—	—	—		
d	73	918	3	912	4	912	909	913	—	912		
	72	720	1	—		—	—	—	—	—		
	66	993	1	—		—	—	—	—	—		
d	66	417	3	—		406	—	—	—	—		
	64	286	1	—		—	—	—	—	—		
e	63	27	4 u	—		284	—	—	—	—	V	
e	62	964	2 u	—		972	—	—	—	—		
a 4	5455	617	6	—		616	615	614	614	616	I B	2) 3)
	55	485	2	—		—	—	—	—	—		
a 4	46	922	6	922	6	920	921	920	—	921	I B	2)
e	45	040	2 u	—		048	046	—	—	—	V	2)
	36	594	2	597	2	—	—	—	—	—		
a 4	5434	527	6	529	5	529	528	528	527	528	I B	2) 3)
a 4	29	701	6			702	701	701	—	701	I B	4) 2) 3)
	26	367	1			—	—	—	—	—		
e	24	057	4 u			071	072	—	—	—	V	2)
	21	548	1			—	—	—	—	—		
	18	842	1			—	—	—	—	—		
e	15	189	4 u			208	204	—	—	—	V	2)
e	10	900	3 u			918	916	—	—	—	V	2)
	09	125	1 u			—	—	—	—	—		
a 4	5405	780	6			780	780	781	780	780	I B	2)
e	04	181	3 u			149	144	—	—	—	V	2)
	03	823	1			—	—	—	—	—		
e	00	504	2 u			512	510	—	—	—		
	5398	285	1			—	—	—	—	—		
a 4	97	135	6			136	133	132	—	134	I B	4) 2) 1)
d 5	93	185	4			179	176	183	—	—	IV	2)
	91	648	1			—	—	—	—	—		
	91	498	1			—	—	—	—	—		
	89	463	2			—	—	—	—	—		
	86	341	1			—	—	—	—	—		
e	83	366	5 u			378	376	—	—	—	V	2)
a	79	578	2			582	—	579	—	580		

1) Zeemaneffekt von King [286] untersucht.
2) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.
3) Werner [178] mißt 5455.616, 5434.531, 5232.959.
4) Zeemaneffekt von Graftdijk [184] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 168]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	5373	704	1	—	—	—	—	—		
a 1	5371	496	7	495	494	497	495	496	I B	1) 2)
e	(69)	960	4 u	976	967		—	—	V	2)
e	67	455	3 u	475	475	—	—		V	2)
a	65	403	2	405		403		404	V	2)
e	64	859	3 u	881			—	—	V	2)
	62	744	1		—	—				
	60	753	1		—		—			
e 5	58	386	2		—	385		386		2)
	43	460	1	—		—		—		
a 4	41	031	5	029	027	027	—	029	II	2)
d 5	39	949	3	938	939		—	—	V	
a 4	32	906	2	906	904	902		905	I B	
	32	678	1	—	—	—		—		
a	30	000	2	9.986	—			—		
a 4	28	589	4	587	535	588		587	II	1) 3)
a 1	28	044	7	044	044	—		044	I B	1) 2)
	26	154	1	—				—		
d 5	(5324)	196	6	186	188	195	(196)	—	IV	1) 2)
	23	210	1	—						
	22	049	2			047	—	048		
	21	106	1		—			—		
	20	048	1			—	—	—		
	17	894	1	—		—	—	—		
	16	620	1	—	—	—	—	—		2)
a	07	862	2	—	867	864		864	III?	
d	(5302)	815	5	—	808	815	(815)	—	V	2)
	5298	789	1	—	—	—	—	—		
	93	973	1	—	—	—	—	—		
	89	09	1	—	—	—	—	—		
	88	588	2	—	—	—	—	—		
	86	805	1	—	—	—		—		
d	83	684	7	627	629	636	—		IV	2)
d	81	804	5	800	800	807	—	—	IV	
	80	364	1		—	—	—			
	80	067	1		—					
	78	31	1	—	—	—		—		
	76	012	1	—	—	—		—		
b	73	379	2	881	—	—	—	—	IV	
d	73	178	3	—	—	—	—	—		
a 4	70	357	8	360	362	360	—	360	II	3)
a 1	69	588	10	540	541	—	—	540	I B	1)
	68	680	1	—	—	—	—	—		
d	(5266)	569	8	562	564	572	(569)	—	IV	
d 5	66	—		038	—	—	—	—		
	63	874	1	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von Graftdijk [134] gemessen.
2) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.
3) Zeemaneffekt von King [286] untersucht.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
d	5263	321	5	316	316	321	—	—	V	
	59	747	1	—	—	—	—	—		
	59	007	1	—	—	—	—	—		
	54	956	2	—	—	—	—	—	I A	1)
	53	479	2	—	—	—	—	—		
	51	971	1	—	—	—	—	—		
	50	650	3	652	652	651	—	651	IV	
	50	212	1	—	—	—	—	—	I A	1)
	47	052	2	—	—	—	—	—	I A	1)
	43	798	1	—	—	—	—	—		
a	42	495	3	497	496	496	—	496	IV	
	36	189	1	—	—	—	—	—		
	35	392	2	—	—	395	—	—		
d 5	(5232)	954	8	946	949	957	(957)	—	III	2) 3) 1)
	30	352	2	—	—	—	—	—		
d	29	84	2	859	—	—	—	—	V	
	28	408	1 u	—	—	—	—	—		
a 4	27	187	8	192	194	—	—	191	II	2) 1)
d	26	876	5	870	—	—	—	—	IV	
	25	533	2	—	—	529	—	—	I A	1)
	23	191	1	—	—	—	—	—		
d	17	405	4	397	—	—	—	—	V	
a	16	277	5	280	280	278	—	279	II	1)
d	15	195	4	187	—	—	—	—	IV	
d	08	610	4	601	605	609	—	—	IV	
a	04	585 Cr	2	582	586	—	—	584	I A	1)
a	02	342	5	340	341	340	—	341	IV	
	5198	848	1	—	—	—	—	—		
a	98	717	4	718	716	716	—	716		
	96	100	2 u	—	—	—	—	—		
e	95	472	4 u	479	—	—	—	—		
d	94	950	5	946	946	—	—	—	I B	1)
d	(5192)	364	8	351	351	362	(363)	—	IV	
d	91	475	7	461	468	471	—	—	IV	
	87	922	2	—	—	—	—	—		
a	71	601	7	601	600	600	—	601	II	1)
	69	029	2	—	—	—	—	—		
a	68	904	3	904	902	—	—	903	I A	2) 1)
a	5167	492	8	492	492	495	492	493	II	1)
a	66	288	3	289	288	285	—	288	I A	3) 1)
d	65	432	2 u	424	—	—	—	—		
d	62	312	5 u	290	290	—	—	—	IV?	
	59	066	2 u	—	—	—	—	—		
a	51	916	3	918	916	914	—	916	I B	
a	50	845	4	846	844	844	—	845	I B	1)
	48	260	2 u	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.
2) Zeemaneffekt von Graftdijk [134] gemessen.
3) Werner [178] mißt 5455.616, 5434.531, 5232.959.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	5148	061	2 u	—					—		
a	42	984	3	985	983	—			984	I B	[1]
	42	540	3 u	543	—	—		—	—		
	41	750	2	—		745		—	—		
d	39	481	8	470	—			—	—	IV	
d	39	269	6	262						IV	
d	37	394	3	390	—	—				V	
e	33	676	5 u	696	692	—		—	—	V	
a	31	477	2	477	—	473			476		
a	27	364	3	367	365	364		—	365	I B	[1]
d	25	137	2 u	132	131	—			—	V	
a	23	727	4	727	725	724			726	I B	
	22	150	1?	—	—	—			—		
	21	646	2 u		—	—					
	15	260	1		—				—		
a	5110	414	4	415	416	414		416	415	I B	[1]
	09	602	4	—	—				—		
a	07	645	4	647	—			—	646	II	
a	07	454	3	454		—		—	454	I B	
	06	441	1 u		—	—			—		
b	5098	708	4	705	705	709			708	IV	
	98	594	2	—		—			—		
e	96	992	3 u	7.000	—	—		—			
	90	787	3 u	—	—	—		—	—		
a	5083	344	4	344	343	348		344	344	I B	[1]
a	79	742	3	744	—	—		—	—	I B	[1]
b	79	228	3	228	—	—		—		IV	
	79	002	1 u	—	—	—		—	—		
e	74	750	2 u	759	—	—			—	V	
d	68	784	4	776	775	782			—	V	
	67	162	1	—	—	—		—			
	65	201	2	—	—	—			—		
e	65	016	3 u	022	—	—			—	V	
a	51	648	4	640	640	638			640	I B	[1]
a	5049	830	5	827	827	827	828	827	828	III	
	48	454	2	—	—	—		—	—		
a	41	768	4	761	760	759	—		761	III	[1]
a	41	079	3	076	077	076	—	—	077	I B	[1]
	40	902	2 u	—	—	—	—	—	—		
	39	266	2 u	—	—	—		—	—		
	32	846	1	—	—	—	—		—		
	29	623	1	—	—	—	—	—			
	28	185	2	181	—	180	—	—	182	V	
	27	212	1	—	—	—		—	—	V	
d	27	144	2 u	138	—	—	—	—	—		
d	22	255	4	247	245	250	—	—	—	V	
	21	894	1	—	—	—	—	—	—		
	18	437	2	440	—	—	—	—	—		[2]

1) Zeemaneffekt von King [286] untersucht.
2) Zeemaneffekt von Graftdijk [184] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 168]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
d	5014	960	4	952	953	958	—	—	—	V	
a	5012	073	4	074	074	072	—	073	073	I B	1)
	10	852	1	—	—	—	—	—	—		
d	07	313	2 u	291	—	—	—	—	—		
d	06	134	5	129	128	—	128	—	—	III	
d	05	729	4	722	722	—	—	—	—	V	
?	02	815	2	802	—	—	—	—	—		
d	(5001)	881	5	873	873	879	—	(881)	—	V	
a	4994	133	1	135	136	133	—	—	134	I B	1)
d	91	288	2	280	—	—	—	—	—		
d	88	970	2	966	—	—	—	—	—		
d	85	562	3	556	—	—	—	—	—	V	
d	85	267	3	264	—	—	—	—	—	V	
d	83	858	4 u	858	—	—	—	—	—	V	
d	83	274	3 u	261	—	—	—	—	—	V	
d	82	524	4 u	510	—	—	—	—	—	V	
d	78	614	2	609	—	617	—	—	—	V	
d	73	112	2	111	—	116	—	—	—	V	
	72	108	1	—	—	—	—	—	—		
	70	496	2	—	—	—	—	—	—		
d	69	942	2 u	930	—	—	—	—	—		
	68	709	1	—	—	—	—	—	—		
e	67	890	2	902	—	—	—	—	—		
d	(4966)	104	5	097	099	106	—	(104)	—	V	
c 5	57	612	10	603	605	—	608	—	606	III	2) 1)
c 5	57	311	7	305	—	—	—	—	—	III	
	52	646	1 u	—	—	—	—	—	—		
d	50	121	1	115	—	—	—	—	—		
d	46	401	2	396	398	403	—	—	—	IV	
a	39	689	3	690	692	691	—	—	690	I B	1)
?	39	258	1	247	—	—	—	—	—		
d	38	828	5	820	823	828	—	—	—	IV	
	38	188	1	—	—	—	—	—	—		
	34	028	1 u	—	—	—	—	—	—		
	33	348	1 u	—	—	—	—	—	—		
	30	331	1	—	—	—	—	—	—		
	27	875	1 u	—	—	—	—	—	—		
b	24	775	8	776	775	777	—	—	776	III	1)
c 5	20	521	10	510	518	—	518	—	—		1)
c 5	(4919)	008	8	8.998	001	009	002	(007)	—	III	
	15	605	1	—	—	—	—	—	—		
?	10	567	1 u	578	—	—	—	—	—		
?	10	325	1 u	331	—	—	—	—	—		
?	10	032	2	030	—	—	—	—	—		
?	09	397	1 u	390	—	—	—	—	—		
	07	745	1	—	—	—	—	—	—		
d	4903	325	5	319	319	326	318	(325)	—	III	

1) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.
2) Zeemaneffekt von Graftdijk [184] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Pickhan Gitter [230]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
c 5	4891	510	9	503	501	—	503			—	III	1)
c 5	90	770	7	764	765	771	764		—	—	III	
	88	651	1 u	—	—	—	—		—	—		
	86	342	1	338	—	—	—		—	—		
	85	443	2	438	—	—				—	V	
d	82	168	2	154	—	—	—			—		
	81	722	2	729		—	—		—	—		
c 5	(4878)	226	5	220	220	227	220	227	(225)	223	III	2)
c 5	72	154	6	145	147	154	148	154		149	III	
c 5	71	333	8	327	327	333	—	—	—	330	III	
	63	655	2	656	—	—	—	—		—		
c 5	(4859)	757	5	750	750	756	752	750	(758)		III	
	55	688	2	686	—	—		—		—		
	54	89	1 u	—	—	—	—	—	—	—		
	48	898	1	—	—	—	—	—	—	—		
	45	656	2	—	—	—		—	—	—		
	44	016	2	—	—	—	—			—		
	43	156	2	158	—	—	—	—	—	—		
	42	78	1 u	—	—		—	—		—		
	40	329	1 u	—	—		—	—	—	—		
	39	546	2	552	—	551	—	—	—	—		
	38	519	2 u	522	—			—		—		
	35	866	2	—	—		—	—	—			
	34	511	1	—	—	—	—	—	—	—		
	32	732	2	737	—	—	—	—	—	—		
	24	162	1	—	—	—	—	—	—	—		
	17	784	1	—	—	—	—	—	—	—		
	13	11	1	—	—	—	—	—	—	—		
	11	04	1	—	—	—	—	—	—	—		
	09	94	1	—	—	—	—	—	—	—		
	09	14	1	—	—	—	—		—	—		
	08	69	1 u	—	—	—	—	—	—	—		
	08	155	1	—	—	—	—	—	—	—		
	07	729	1	—	—	—	—	—	—	—		
	04	529	1	—	—	—	—	—	—	—		
	02	887	2	886	—	887	—		—	887		
	01	01	1	—	—	—	—	—	—	—		
	00	652	2	655	—	—	—	—	—			
	00	14	1	—	—	—	—	—	—	—		
	4799	891	1	—	—	—	—	—	—	—		
	99	412	1	—	—	—	—	—	—	—		
	98	736	1	—	—	—	—	—	—	—		
	98	269	1	—	—	—	—	—	—	—		
	91	250	1	—	—	—	—	—	—	—		
b	4789	655	3	656	655	657	—	655	657	656	V	
c 4	88	761	2	760	—	763	—	—	—	761		
	87	84	1	—	—	—	—	—	—			

1) Zeemaneffekt von Graftdijk [184] gemessen.
2) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.

		Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Pickhan Gitter [230]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
b	4786	810	3	813	812	812	—	—	—	812	IV?
	85	963	1	—	—	—	—	—	—	—	
	79	438	1	447	—	—	—	—	—	—	
	76	34	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	76	075	1	—	—	—	—	—	—	—	
b	72	818	3	818	819	820	—	—	—	819	III
	72	703	1	705	—	—	—	—	—	—	
	68	397	1	—	—	—	—	—	—	—	V
	68	334	1	—	—	—	—	—	—	—	
	65	485	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	59	98	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	57	581	2	585	—	585	—	—	—	584	
	56	10	1	—	—	—	—	—	—	—	
	55	86	1	—	—	—	—	—	—	—	
	51	10	1	—	—	—	—	—	—	—	
	49	93	1	—	—	—	—	—	—	—	
b	45	804	3 u	807	809	—	—	—	—	807	V
	45	12	1	—	—	—	—	—	—	—	
b	41	533	3	534	535	535	—	—	—	534	V
	41	092	1	084	—	—	—	—	—	—	
	40	344	1	346	—	—	—	—	—	—	
	38	205	1	—	—	—	—	—	—	—	
	37	682	1	686	—	—	—	—	—	—	
d	(4736)	788	5	782	782	790	—	790	(786)	—	II
	35	844	2	849	—	849	—	—	—	—	
	34	101	1	103	—	—	—	—	—	—	
a	33	594	3	598	598	597	—	597	—	597	I B
	31	488	1	494	—	—	—	—	—	—	
	30	90	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	29	690	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
e	29	016	1	081	—	—	—	—	—	—	
	28	549	2	—	558	—	—	—	—	—	IV
d	27	410	2 d	408	—	—	—	—	—	—	IV
	26	165	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	25	94	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	21	000	1	000	—	—	—	—	—	—	
	14	867	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	14	182	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	14	074	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	12	104	1	—	—	—	—	—	—	—	
	11	478	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
b	10	283	3	288	288	288	—	288	—	287	IV
d	09	091	2	095	—	—	—	—	—	—	
	08	972	1	—	—	—	—	—	—	—	
	07	485	2	490	—	—	—	—	—	—	
d	(4707)	287	5	283	283	289	283	290	(288)	—	IV
?	05	460	1	467	—	—	—	—	—	—	
	04	955	3	962	960	—	—	—	—	—	
	01	051	1	055	—	—	—	—	—	—	
d	00	201	2 u	174	—	—	—	—	—	—	

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock [253] Gitter	St. John u. Babcock [253] Interf.	Burns u. Meggers Gitter [201]	Müller Gitter [251]	Pickhan Gitter [230]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
c 4	4691	416	4	417	417	417	—	418	417	417	IV
	90	145	2	149	—	—	—	—	—		
	89	497	1	498	—	—		—		—	
	88	208	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	87	394	1	390	—	—	—	—	—	—	
	83	566	2	568		—	—	—	—	—	
	82	110	1 u	114	—	—	—	—	—	—	
	81	46	1	—	—	—	—		—	—	
	80	475	1	—	—	—	—	—	—	—	
	80	302	2	300	—	—	—	—	—	—	
	79	229	1	—	—	—	—	—	—	—	
c 4	78	856	5	856	854	857	—	857	—	856	V
	73	171	3	172	171	—	—	—	—	171	
	69	184	3	177	177	—	—	—		—	
d	68	153	4	144	145	152	144	152	—	—	IV
b	67	460	4	462	461	461	463	461	—	461	V
	63	185	1	186	—	—	—	—	—		
	61	978	2	978	—	—	—		—	—	
	61	539	2 u	541	—	—	—	—	—		
	57	598	1	—	—	—	—	—	—		
d	54	637	3 u	632	620	—	632	637	—	—	V
b	54	502	4	504	504	—	503	505		504	II?
b	4647	440	4	439	440	439	440	439	439	440	IV
	48	467	3	471	471	—	—	—	—	—	
b	38	020	4	018	019	—	—	—	—	019	IV
d	37	522	4	516	518	519	—	—	—	—	IV
	35	858	2	849	—	—	—	—	—	—	
	32	919	3	917	918	917	—	—	—	918	III?
	30	128	3	127	128	128	—	—	—	128	
	29	327	1	—	—	—	—	—	—	—	
d	25	061	4	057	055	061	—	065	—	—	IV
	19	295	4	297	297	299	—	—	—	297	IV
	18	768	2	768	—	—		—	—	—	
	15	568	2 u	—	—	—	—	—	—	—	
	14	214	1	219	—	—	—	—	—	—	
d	13	217	3	212	214	221	—	—	—		V
d	11	290	4 u	289	288	—	285	294	—	—	III
d	07	665	4	659	657	663	—	664	—		V
	05	246	2	—	—	—	—	—	—	—	
	04	596	2 u	—	—	—	—	—	—	—	
	03	956	1	—	—	—	—	—	—	—	
	4602	946	4	947	947	946	946	946	947	946	I B [1]
	02	009	2	009	007	007	—	—	—	008	
	00	939	1	940	—	—	—	—	—	—	
	4599	903	2U	—	—	—	—	—	—	—	
d	98	138	2 u	125	—	—	—	—	—	—	
	96	062	2 u	069	—	—	—	—	—	—	
	95	368	2	367	365	364	—	—	—	—	

1) Zeemaneffekt von King (226) untersucht.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock [253] Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Gitter [201]	Müller Gitter [251]	Pickhan Gitter [230]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	4594	959	2	—	—	—	—	—	—	—		
	4592	658	4	658	658	656	657	656	658	657	I B	1)
	87	136	2	135	—	135	—	—	—	135		
	84	826	2	—	—	—	—	—	—	—		
	84	782	1	—	—	—	—	—	—	—		
	83	843	2	838	—	—	—	—	—	—		
d	81	529	2	520	519	526	—	—	—	—		
	80	602	1	—	—	—	—	—	—	—		
	79	825	1	—	—	—	—	—	—	—		
	79	344	1 u	—	—	—	—	—	—	—		
	74	730	2	728	726	725	—	—	—	727		
	74	240	1	—	—	—	—	—	—	—		
	68	842	1	—	—	—	—	—	—	—		
	68	789	1	—	—	—	—	—	—	—		
	66	990	1	—	—	—	—	—	—	—		
	66	525	2	523	—	—	—	—	—	524		
	65	684	2	—	—	—	—	—	—	—		
	65	324	2 u	—	—	—	—	—	—	—		
	64	832	1	—	—	—	—	—	—	—		
	64	715	1	—	—	—	—	—	—	—		
d	60	114	2 u	099	—	—	—	—	—	—		
	58	110	1	111	—	—	—	—	—	—		
	56	941	1	942	—	—	—	—	—	—		
e?	56	128	3	130	134	—	—	128	—	130	V	1)
	55	904	1	—	—	—	—	—	—	—		
	54	467	1	—	—	—	—	—	—	—		
	52	551	2	548	547	546	—	—	—	—		
d	50	824	2 v	788	—	—	—	—	—	—		
	49	477	2	478	—	—	—	—	—	—		
b	4547	855	3	853	853	853	854	853	853	854	V	1)
	47	027	2	025	—	—	—	—	—	—		
	42	720	1	—	—	—	—	—	—	—		
	42	422	2	—	—	—	—	—	—	—		
	41	332	1	—	—	—	—	—	—	—		
	38	764	1	—	—	—	—	—	—	—		
	37	684	1 u	680	—	—	—	—	—	—		
	33	148	1 u	—	—	—	—	—	—	—		
d	31	642	2	636	—	—	—	—	—	—		
	31	44	1	—	—	—	—	—	—	—		
b 3	4531	155	5	155	155	154	155	154	155	155	II	3)
	29	684	2	—	—	—	—	—	—	—		
	29	562	1	—	—	—	—	—	—	—		
e 4	28	624	7	622	620	622	624	623	—	623	II	1) 2) 3)
	28	239	2	—	—	—	—	—	—	—		
	27	796	1	—	—	—	—	—	—	—		
	26	567	2	566	—	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von Graftdijk (134) gemessen.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.
3) Zeemaneffekt von King (236) untersucht.

Gruppe		Burns Gitter [158, 178, 183]		St. John u. Babcock Gitter [258]	St. John u. Babcock Interf. [258]	Burns u. Meggers Gitter [201]	Müller Gitter [251]	Pickhan Gitter [230]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	4525	875	1	—	—	—	—	—	—	—		
d?	25	154	3 u	148	146	—	153	155	Cr	—	IV	
	24	108	2	—		—		—		—		
	23	399	2 u	406	—	—		—	—	—		
	22	686	1	—	—	—		—	—	—		
	22	580	1	—	—	—		—	—	—		1)
	21	811	1	—	—	—		—	—	—		
	20	238	2	—	—	—		—	—	—		
	19	578	1	—	—	—		—	—	—		
	17	530	2	533	532	530		—	—	531		
	15	387	1	—	—	—		—	—			
	14	190	2	192	191	192			—	191		
	08	287	2	—	—	—		—	—	—		
d	04	846	2	841	—	—				—		
	02	592	1	—	—	—		—	—	—		
	4495	985	1 u	989	—	—		—	—	—		
d	95	586	1 u	569	—	—		—	—			
	95	386	1 u	—	—	—		—		—		
c 4	4494	571	5	572	570	571		571	572	571	III	1) 2)
	92	693	1 u	—	—	—		—	—	—		
	90	768	2 u	776		—		—	—	—		
	90	088 Mn	2	087	087	—		088	—	087	IV	
a 3	89	744	3	745	744	—		746		744	I A	2)
	88	920	2	920	—	—		—	—	—	IV	
	88	134	2 u	143	—	—		—		—		
e?	85	674	2 u	681	682	—		—	—		IV	
d	84	238	3	232	220	234		236	—	—	IV	
	82	750	2	—	—	—		—		—		
a	82	262	4	—	260	—		262	—	261	I	
a	82	176	3	—	174	—		176	—	175	I	2)
	81	621	2	624	—	—		—	—	—		
	80	143	2	145	—	—		—	—	—	IV	
	79	608	2	615	—	—		—	—	—		
b 4	76	028	7	026	023	028		023	—	028	III	1)
?	72	718	2	724	—	—		—	—	—		
d	69	390	4 u	386	384	—		390	—	—	IV	
	66	939	2	—	—	—		—		—		
b 4	4466	557	5	556	557	556		556	556	556	II	1, 2)
	66	183	1	—	—	—		—	—	—		
	64	773	2	—	—	—		—	—		IV	
d	62	011 Mn	3 u	1.992	—	—		—	—	—	IV	
a 3	61	653	4	656	656	658		658	—	657	I	2)
	61	205	2	—	—	—		—	—	—		
c 4	59	128	5	123	125	125		125	—	125	III	2)
	58	760	1	—	—	—		—	—	—		
	58	101	2	—	—	—		—	—	—		
	56	904	1	—	—	—		—	—	—		

1) Zeemaneffekt von Graftdijk (184) gemessen.
2) Zeemaneffekt von King (236) untersucht.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock Gitter [253]	Interf. [253]	Burns u. Meggers Gitter [201]	Pickhan Gitter [230]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	4456	335	1	334	—	—	—	—	—		
?	55	037	2 u	035	—	—	—	—	—		
d	54	674	1	658	—	—	—	—	—		
b 3	54	387	3	386	386	386	386	—	386	III	1)
	50	324	2	323	—	—	—	—	—		
c 4	47	727	5	723	724	725	725	—	725	III	4)
	47	137 Mu?	2	136	—	—	—	—	—	IV	
d	46	853	2 u	844	—	—	—	—	—		
	45	426	1	—		—	—	—	—	I A	
b 3	43	199	3	197	200	199	199	—	199	III	
	42	838	2	837	—	—	—	—	—	IV	
c 4	42	349	5	345	345	346	346	—	346	III	4)
	41	968	1	—	—	—	—	—	—		
	40	972	2	—	—	—	—	—	—		
	40	840	1	—	—	—	—	—	—		
	40	479	1 u	—	—	—	—	—	—		
	39	886	2	885	—	—	—	—	—	IV	
	39	643	1	—	—	—	—	—	—		
	38	855	2	—	—	—	—	—	—		
	36	931	2	—	—	—	—	—	—		
a	35	154	2	153	—	154	—	—	154	II A	4)
d	33	808	2 u	795	—	—	—	—	—		
e	33	222	2 u	225	—	—	—	—	—	IV	
	32	575	2	574	—	—	—	—	—		
c 4	30	622	4	621	620	622	622	—	621	III	4)
	30	197	2	—	—	—	—	—	—	IV	
a 3	4427	313	5	314	314	315	315	314	314	I	4)
	25	662	1	—	—	—	—	—	—		
	24	194	1	—	—	—	—	—	—		
	23	858	2 r	—	—	—	—	—	—		
	23	145	1	—	—	—	—	—	—		
	22	882	1 u	—	—	—	—	—	—		
b 3	22	570	4	578	578	578	578	—	578	III	3)
	19	584	2 u	—	—	—	—	—	—		
	18	482	1 u	—	—	—	—	—	—		
b 1	15	127	8 R	128	128	—	128	—	128	II	1) 2) 3)
	14	789	2	—	—	—	—	—	—		
	10	717	2 u	—	—	—	—	—	—		
	09	908	1	—	—	—	—	—	—		
	09	121	2 r	125	—	—	—	—	—		
c 4	08	420	4	420	420	421	422	—	421	III	3)
c 4	07	716	2	715	716	—	716	—	716	III	3)
b 1	04	752	8 R	755	755	—	753	—	754	II	1) 2) 3)
	01	447	2	—	—	—	—	—	—		
d	01	304	3	295	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von Graftdijk (184) gemessen.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.
3) Zeemaneffekt von King (140) untersucht.
4) Zeemaneffekt von King (286) untersucht.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 168]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittel-wert	Klasse	
	4400	850	1 u	—	—	—				
	4395	514	1 u	—						
	95	288	2	—	—	—	—			
b	90	957	3	955	957	956	—	956	IV	[1]
	90	460	1	—	—	—	—	—		
a	89	251	2	247	246	—	—	248	II A	[2]
d?	88	422	2 u	414	415	—	—	—	IV	[1]
b	87	899	2	898	900	898	—	899	IV	[1]
	85	260	1	—	—	—	—	—		[1]
	84	082	1	—	—	—	—	—		
b 1	83	548	10 R	550	550	—		549	II	[3] [4] [1]
	82	777	2	—	—	—	—			
	77	796	1	—	—		—			
	76	782	1	—	—		—			
a 3	4375	934	5	934	934	935	934	934	I II	[1] [2]
	74	495	1	—	—	—	—	—		
	73	568	2	563	567	—	—	—		
	72	994	1	—	—	—	—	—		
	71	558	1	—	—	—	—	—		
b 3	69	777	3	776	777	777	—	777	III	[1]
a	67	910	1	908	—		—	—	III A	
b	67	584	2	582	584	583	—	583	IV	[1]
	65	902	1	—	—	—	—	—		
	60	818	1	—	—	—	—	—		
b	58	506	2	508	506	507	—	507	IV	
b 3	4352	740	4	739	740	740	741	740	III B	[1] [2]
b	51	553	3	551	551	—	—	551	IV	[1]
	48	946	1	941	—	—	—	—		
	47	854	1 q	—	—	—	—	—		
	47	289	1	—	—	—	—	—	I A	[3]
	46	561	2	560	560	—	—	560		[1]
	43	704	2	701	—	—	—	—		
d	43	278	2	259	—	—	—	—		
	38	270	2	262	—	—	—	—		
b 3	37	052	5	052	052	052	—	052	II	[1] [2]
	30	962	1	—	—	—	—	—		
b	27	100	2	103	101	100	—	101	V	[1]
	26	762	2	—	—	—	—	—		
b 1	25	770	9 R	766	767	—	—	768	II	[3] [4] [1]
	24	961	1	—	—	—	—	—		
	21	798	2	803	—	—	—	—		
b 3	4315	092	5	090	090	090	089	090	III	[4] [1] [2]
	11	526	1	—	—	—	—	—		
	10	776	1	—	—	—	—	—		
	09	882	2	—	—	879	—	—	IV	[1]

1) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.
2) Zeemaneffekt von King [284] untersucht.
3) Zeemaneffekt von Graftdijk [134] gemessen.
4) Zeemaneffekt von van Bilderbeck [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock [253] Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
?	4309	041	2	038	—	—	—	—		
b 1	07	910	8 R	908	908	—	—	909	II	1) 2) 3)
b	05	458	2	454	459	—	—	457	IV	3)
	04	548	1	554	—	—	—	—		
	02	191	2	—	193	—	—	—		3)
	00	828	1 u	—	—	—	—	—		
d 5	4299	254	7	243	242	—	—	—	III	2) 3) 4)
	98	043	2	044	042	042	—	043	IV	3)
	94	939	1 u	—	—	—	—	—		
b 2	94	132	6	130	130	—	—	131	II	2) 3)
	92	298	1	—	—	—	—	—		
a 3	91	472	1	465	—	469	—	—	I A	4)
	90	869	1	872	—	—	—	—		
	90	384	2	384	—	—	—	—		
	88	962	1	—	—	—	—	—		
	88	150	2	150	—	—	—	—		
	87	579	1	—	—	—	—	—		
	86	976	1 u	—	—	—	—	—		
	86	892	1 u	—	—	—	—	—		
	86	682	1	—	—	—	—	—		
	86	440	1	—	—	—	—	—		
	85	832	1	—	—	—	—	—		
b	85	448	2	448	449	—	—	448	IV	3)
b 1	4282	408	6	408	408	408	408	408	III	2) 3) 4)
?	79	872	2	866	—	—	—	—		
	79	480	1		—	—	—	—		
?	78	228	1	236	—	—	—	—		
	78	128	1	—	—	—	—	—		
?	76	670	1 u	686	—	—	—	—		
	74	801	Cr	—	802	—	—	—		
b 1	71	764	8 R	766	766	—	—	765	II	2) 3)
d	71	171	7	168	159	—	—	—	III	3) 4)
b	68	752	2	—	746	758	—	—	IV	3)
b	67	881	2	881	882	884	—	882	IV	3)
b	66	968	2	970	971	—	—	970	IV	3)
	65	256	2 u	262	—	—	—	—		
d	64	208	2	211	—	—	—	—		
c 2	60	489	10	482	482	—	—	—	III	2) 3) 4)
	60	135 ?	2 u	—	—	—	—	—		
	59	988	2	—	—	—	—	—		
e	58	950	1	958	—	—	—	—		
	58	611	1	621	—	—	—	—		
a	58	336	1 u	322	—	—	—	—	I A	4)
	56	212	2 u	—	—	—	—	—		
	55	852	1	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von Graftdijk [184] gemessen.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeck [125] gemessen.
3) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.
4) Zeemaneffekt von King [284] untersucht.

Gruppe	Burns Gitter [158, 178, 163]			St. John u. Babcock [253] Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	4255	499	1	—	—	—	—	—		
	54	938	1	—	—	—	—	—		
d	54	338 Cr	2	337	340	—				
b 2	50	791	8	792	792	—		792	II	1) 2)
c 5	50	184	7	128	126	—	—	—	III	2) 3)
b	48	224	2	230	—	—	—	—	IV	2)
d	47	440	5 u	436	434	—	—	—	III	2)
b	46	089	2	092	—	—	—	—	V	2)
	45	875	1		—	—	—	—		
b	45	258	2	264	261	261	—	261	III	2)
	44	418	1 u	—	—	—	—	—		
	43	786	1 u	—	—	—	—	—		
	43	368	2	—	—	—		—		
	42	728	2	732	—	—	—	—		
	42	588	1	—	—	—	—	—		
	41	112	1	—	—	—	—	—		
	40	870	2	874	—	—	—	—		
a	39	846	2	849	849	—	—	848	III	2)
d	38	828	4 u	818	819	—	—	—	IV	2)
d?	38	087	1	(029)	—	—		—	IV	
	37	168	2	164	—	—	—	—	III A	
d 5	35	953	8	—	945		—		III	1) 2) 3)
d 5	(4233)	614	6	611	610	—	(616)	—	III	3)
d?	33	168	1	142	—	—	—	—		
	32	724	1	—	—	—	—	—	I A	3)
	31	700	1	—	—	—	—	—		
	31	525	1	—	—	—	—	—		
	29	758	1	762	—	—	—	—	III	
	29	515	1	518	—	—	—	—		
d 5	27	445	7	437	436	—	—	—	III	1)
b	26	425	2	428	—	—	—	427	IV	
b	25	955	2	958	—	—	—	957	IV	
d	25	464	4 u	463	462	—	—	—	IV	
	24	509	2 u	—	—	—	—	—	IV	
e	24	172	3 u	179	177	—	—	—	IV	
d	22	225	5	222	221	227	—	—	III	
b	20	343	2	348	350	—	—	—	IV	
b	19	364	5	367	367	—	—	366	IV	1)
d	17	559	2 u	554	552	—	—		IV	
b 3	16	185	4	188	188	188	—	187	I	3)
	15	975	1	—	—	—	—	—		
b	15	424	2	432	—	—	—	—	IV	
b	13	649	2	652	652	653	—	652	IV	
c 5	10	362	6	355	352	—	—	—	III	
b	08	605	2 u	612	—	—	—	—	V	
b	07	127	2	133	132	—	—	—	IV	

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.
2) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.
3) Zeemaneffekt von King [234] untersucht.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 168]		St. John u. Babcock [258] Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
a	4206	696	2	704	703	—	—	701	I A	1)
	05	542	2 u	548	—	—	—	—		
b 3	03	985	3	988	990	989	—	988	III	
	03	953	1	—	—	—	—	—		
	03	570	1	—	—	—	—	—		
	02	755	1	—	—	—	—	—		
b 1	02	032	7 R	033	034	—	—	033	I	2)
	00	922	2	932	—	—	—	—	V	
b	4199	098	6	099	101	—	—	099	III	2)
d	98	645	2 u	647	—	—	—	—	V	
d	98	314	6	312	312	—	—	—	III	
d	98	268	1	220	—	—	—	—		
	96	672	1	—	—	—	—	—		
	96	533	1	—	—	—	—	—		
	96	220	2	—	—	—	—	—	IV	
	95	622	2	617	—	—	—	—		
d	95	342	3 u	340	338	—	—	—	IV	
	94	903	1	—	—	—	—	—		
e?	91	678	2	687	—	—	—	—		
d	(4191)	446	6	439	438	446	(443)	—	III	
d	87	812	6	804	805	—	—	—	III	2)
d	87	052	6	047	045	—	—	—	III	2)
b	84	894	4	897	896	—	—	896	III	
	84	491	1 l'	—		—	—	—		
	83	621	1	—	—	—	—	—		
	83	025	1 u	—	—	—	—	—		
	82	790	2 u	—	—	—	—	—		
b	82	885	2	886			—	886	IV	
b	81	759	6	760	760	760	—	760	III	2)
	78	868	1		—	—	—	—		
	78	048	1 u	—	—	—		—		
a	77	598	2	599	599	—		599	II A	1)
e	76	567	2 u	574	572	—	—	—	IV	
b	75	640	4	642	642	642	—	642	III	
a	74	917	2	919	—	—	—	918	II A	1)
a	73	925	2	928	—	—	—	927	II A	
	73	475	1	—	—	—	—	—		
b	73	320	2	324	—	—	—	322	IV	
a	72	748	2	751	—	—	—	750	II A	1)
	72	641	1 u	—	—	—	—	—		
	72	128	3	128	—	—	—	—	IV	
	71	904	2	—	—	—	—	—		
d	71	699	2	698	—	—	—	—		
b	70	906	2	907	906	908	—	907	IV	
	70	046	1	—	—	—	—	—		
	69	777	1 u	—	—	—	—	—		
	68	942	1 u	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von King [286] untersucht.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock [258] Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	4168	625	1 u	—	—	—		—		
	67	960	1	—	—	—		—		
	67	862	2	—	—	—				
	65	420	1 u	—		—				
	63	676	1 u		—					
	61	488	1	—	—	—				
	61	080	1 u		—	—	—			
	60	561	1	—	—					
d	58	810	2 u	801	800	—			V	
d	57	805	3 u	792	788	—		—	IV	
b	56	805	4	805	804	804		805	III	
	56	670	1		—	—		—		
	56	460	1	—	—	—		—		
d	54	819	4 u	818	815				IV	
b	54	504	4	505	504		—	504	III	
	54	109	1	111	—			—		
d	53	920	4 u	907	909			—	IV	
	53	898	1	—	—	—		—		
	52	176	2	173	174	—			II A	1)
	51	957	1		—		—			
d	50	277	2 u	280	—			—		
e	49	368	2 u	374	374	—		—	V	
b	4147	675	4	676	675	675	678	675	III	1)
	46	071	2	—	—	—	—	—		
	45	209	1	—	—	—	—	—		
	44	625	1 u	—	—	—	—	—		
b 1	43	874	7	872	874	—	—	873	I	2)
b	43	420	5	421	420	420	—	420	III	
	42	628	1 U	—	—	—	—			
	41	862	1	—	—	—		—		
	40	441	1 u	—	—			—		
a	39	984	1	985	—	—	—	985	II A	
b	37	002	3	006	008	—	—	004	IV	
d	36	526	1 u	514	—	—		—		
b 4	4134	684	5	684	684	684	685	684	IV	
	34	488	1	—	—	—	—			
	34	848	1	—	—	—	—	—		
d	33	870	2 u	871	—	—	—	—		
b	32	905	3	905	908	—	—	906	III	
b 1	32	064	7	061	068	—	—	063	II	2)
	31	601	1	—	—	—	—	—		
	27	930	2	—	—	—	—	—		
	27	810	2	809	—	—	—	—	V	
	27	616	4	615	614	614	—	615	IV	
b	26	186	2 u	193	194	—	—	191	IV	
	25	886	1	886	—	—	—	—		
d	25	634	1	624	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter [158, 173, 163]			St. John u. Babcock [253] Gitter	St. John u. Babcock [253] Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	4123	759	1	750	—	—	—	—		
	23	786	1	—	—	—	—	—		
b	22	520	2	524	525	—	—	523	IV	
	21	809	2	810	808	—	—	809	IV	
	21	326 Co?	1	—	—	—	—	—		
b	20	218	2	215	211	—	—	213	IV	
	19	400	1	—	—	—	—	—		
	18	904 Co?	1	—	—	—	—	—		
b	4118	555	6	552	550	551	552	552	IV	1)
	17	872	1 u	—	—	—	—	—		
	14	957	1 u	959	—	—	—	—		
b	14	454	4	454	450	—	—	453	IV	
d	12	980	2 u	974	—	—	—	—	V	
	12	371	1	—	—	—	—	—		
	12	35	1 u	—	—	—	—	—		
b	09	810	4	812	808	—	—	810	IV	
	09	072	1	072	—	—	—	—		
b	07	499	5	495	494	494	—	495	III	
	06	487	1	—	—	—	—	—		
	06	266	1	—	—	—	—	—		
	04	185	2 u	—	—	—	—	—	V	
	01	684	1	—	—	—	—	—		
d	01	272	1 u	274	—	—	—	—		
	00	745	2	750	744	—	—	—	II A	2)
b	4098	189	3	186	184	—	—	186	IV	
	97	096	1	101	—	—	—	—		
	96	118	1	—	—	—	—	—		
b	95	980	3	980	975	977	—	978	IV	
	92	512	1	—	—	—	—	—		
	92	294	1 u	289	—	—	—	—		
	91	562	1	568	—	—	—	—		
	90	984	1 u	—	—	—	—	—		
	90	085	1	—	—	—	—	—		
	89	224	1	227	—	—	—	—		
	88	567	1	—	—	—	—	—		
	87	102	1	—	—	—	—	—		
b	85	314	3 u	314	—	—	—	314	IV	
b	85	012	2	013	—	010	—	012	IV	
d	84	508	4	501	500	—	—	—	IV	
	83	777	1 u	782	—	—	—	—	IV	
	83	554	1	—	—	—	—	—		
	82	122	1 u	127	—	—	—	—		
	80	886	1 u	—	—	—	—	—		
b	80	226	2 u	228	—	—	—	227	IV	
b	79	847	2	850	—	—	—	849	IV	
	79	248 Mn?	2 u	—	—	—	—	—	IV	
	78	862	3	867	—	—	—	—	IV	

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.
2) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.

Gruppe		Burns Gitter [158, 178, 168]		St. John u. Babcock Gitter [258]	St. John u. Babcock Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	4076	812	1 u	812	—	—	—	—		
d	(4076)	641	5	638	638	-	(642)	—	IV	
	76	498	1	—	—		—			
	76	226	1	234	—	—	—	—		
	75	940	1 u	—	—	—	—	—		
b	74	798	3	796	—	792	—	794	IV	
	72	518	1 u		—	—	—			
b 1	71	748	7 R	740	748	—	—	—	II	1)
	70	780	2 u	—	768	—	—	—	III	
	70	279	1	—	—	—	—	—		
b	67	987	5 u	987	985	—	—	986	III	
b	67	279	3	276	275	-	—	277	III	
b	66	983	4	983	983	980	—	982	III	
b 1	66	597	1	596	599	—		—		
	65	402	1		—	—	—	—		
b 1	63	604	8 R	—	—	—		—	II	1)
d	63	295	2	288	—	—	—	—		
b	62	451	4	448	447	448	—	449	III	
	61	958	1	—	—	-	—	—		
	61	116	1 u	—	—	—	—	—		
	60	781	1	—	—	—	—	—		
	59	720	1	—	—	—	—	—	V	
	58	766	1	—	—		—	—	IV	
	58	280	2 u	—	—	—	—	—	IV	
	57	356	1	—	—	—	—	—	V	
	55	046	1	—	—	—	—	—	V	
	54	888	1	—	—	—	—	—	V	
	54	383	1	—	—	—	—	—		
	53	272	1 u	—	—	—	—	—		
	52	664	1 r d	—	—	—	—	—		
	52	466	1	—	—	—	—	—		
	52	812	1	814	-	—	—	—		
	51	929	2	925	—	—	—	927		
	49	386	1	—	—	—	—	—		
	47	815	1	—	-	—	—	-		
	46	629	1	—	—	—	—	—		
b 1	45	822	8 R	816	817	—	—	818	II	1)
	45	139	1	—	—	—	—	—		
b	44	617	2	618	615	616	—	617	IV	
	43	901	2 u	—	—	—	—	—	IV	
	41	288	1	—	—	288	—	—		
e	40	646	1	652	—	—	—	—	V	
	38	817	1 u	—	—	—	—	—		
	37	725	1 u	—	—	—	—	—		
	32	636	1	—	—	—	—	—	III	
	31	968	2	—	—	966	—	967	V	
	31	243	1	—	—	—	—	—		
d	30	508	3 u	501	—	—	—	—	IV	

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter [158, 173, 163]			St. John u. Babcock [258] Gitter	St. John u. Babcock [258] Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	4030	194	2	—	—	—	—	—		
	29	640	2 u	—	—	—	—	—	V	
	26	441	1	—	—	—	—	—		
d	24	745	2	738	733	—	—	—	V	
	24	104	1	111	—	—	—	—		
b	4021	872	5	871	872	872	872	872	III	
	21	622	1	—	—	—	—	—		
	20	490	1	—	—	—	—	—		
	18	282	2 u	284	—	—	—	—		
	18	108 Mn?	2 u	—	—	—	—	—		
b	17	154	3	157	158	—	—	156	III	
	17	096	1	—	—	—	—	—		
	16	432	1	—	—	—	—	—		
b	14	586	4	586	586	586	—	586	III	
	13	825	2	824	—	—	—	—	V	
	13	798	2	—	—	—	—	—		
	13	644	1 u	643	—	—	—	—		
	11	416	1	—	—	—	—	—		
	10	950	1	—	—	—	—	—		
a	09	718	5	717	717	718	—	718	III	
b	07	274	3	270	—	—	—	—	IV	
	07	233	1	—	—	—	—	—		
	06	768	1 u	—		—	—	—		
b	06	631	1	633	—	—	—	—	IV	
b	06	814	2	816		—	—	—	IV	
b 1	05	250	7 u	247	247	—	—	248	II	1)
b	04	98	1	978	—	—	—	—		
b	04	836	1	834	—	—	—	—		
b	03	770	1	760	—	—	—	—	V	
	02	665	1		—	—	—	—		
b	01	667	3	669	666	—	—	667	III	
b	00	464	1	468	—	—	—	—	V	
	00	262	1 u	268		—	—	—		
b	3998	059	5	058	059		—	059	III	
b 4	97	898	6	896	896	897	—	897	III	
b	96	970	1	970	—	—	—	—	V	
b	95	989	1	998	—	—	—	—	IV	
	95	312 Co?	1	—	—	—	—	—		
d	95	215	1 u	201			—	—		
b	94	120	1	119	—	—	—	—	V	
b	93	402 Ba?	1	—	—	—	—	—		
b	90	380	1	381	—	380	—	380	V	
	89	861	2 u	861	—	—	—	—	V	
b	86	178	3	178	178	—	—	178	IV	
	85	394	1	395	—	—	—	—	IV	
b	83	964	5	963	961	963	—	963	III	
b	81	776	3	776	777	—	—	776	III	
	81	106	1	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter [158, 173, 168]			St. John u. Babcock [253] Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
	3978	466	1	—		—		—	
b 4	3977	747	5	745	745	746	746	746	III
	76	866	1	867	—	—	—	—	
d	76	622	2	617	617	—	—	—	IV
	76	564	1	—	—			—	
	76	392	1	—	—		—	—	
	74	766	1	—	—	—	—	—	
	74	394	1	399		—	—	—	
	73	916	1	—	—	—	—	—	
b	73	656	1	657	—	—	—	—	V
	72	920	1	—	—	—	—	—	
b	71	328	4	327	327	—	—	327	III
b	70	394	2	398	—		—	—	IV
	70	261	1	264	—		—	—	
	69	633	1	630	—	—	—	—	
b 1	69	263	7 R	261	262	—	—	262	II
	67	966	1	966	—	—	—	—	IV
	67	426	4	424	424	—	—	425	IV
e	66	814	1	826	—	—	—	—	
e	66	626	5 u	632	—	—	—	—	IV
	66	592	1 u	—	—	—	—	—	
b	66	069	5	067	067	068	—	068	III
d	65	523	1	518	—	—		—	
	65	446	1	—	—	—	—	—	
b	64	524	2	520	528	—	—	524	V
d	63	119	2 u	110	—	—	—	—	V
	62	853	1 u	—	—	—	—	—	
	61	584	1	—	—	—	—	—	
	61	148	1	149	—	—	—	—	
	60	287	1	286	—	—		—	
d	57	088	2 u	089	—	—	—	—	IV
b 4	56	682	6	681	682	—	—	682	III
b	56	461	4	463	459	—	—	461	IV
b	55	962	1	958	—	—	—	—	V
d	55	366	2 u	354	—		—	—	IV
	53	863	1	—	—		—	—	
b	53	158	2	158	—	—	—	—	IV
	52	704	1	—	—	—	—	—	
b	52	606	4	607	607	606	—	607	IV
b	51	165	4	168	172	—	—	—	IV
b	49	956	4	958	958	—	—	957	III
b	48	779	4	780	781	780	—	780	IV
d	48	112	3 u	107	—	—	—	—	IV
b	47	587	2	585	—	—	—	—	IV
	47	393	1	—	—	—	—	—	
	47	004	2 u	004	—	—	—	—	IV
b	45	123	1	121	—	—	—	—	IV
b	44	896	1	892	—	—	—	—	IV

1) Zeemaneffekt von **van Bilderbeek** [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 168]		St. John u. Babcock Gitter [253]	Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	3944	750	1	750	—	—		—	—		
	44	651	1	—	—	—		—	—		
b	43	346	1	341	—	—		—	—	IV	
b	42	446	3	445	444	—		—	445	IV	
	42	383	1	—	—	—		—	—		
d	41	292	2 u	285	—	—		—	—		
a	40	885	4	883	883	883		—	883	II?	1)
	40	044	1	—	—	—		—	—		
	38	022	1 u	—	—	—		—	—		
b	37	334	2	330	332	—		—	332	IV	
b	3935	817	4	817	817	817		818	817	III	
	33	607	2	608	—	—		—	—	IV	
	32	921	1	919	—	—		—	—		
b	32	635	3	630	631	—		—	632	IV	
	31	128	2	124	—	—		—	—		
a 1	30	304	7 R	301	300	—		—	302	I	2)
	29	215	1	210	—	—		—	—		
	29	128	1	116	—	—		—	—		
d	28	095	1 u	087	—	—		—	—		
a 1	27	925	6 R	923	924	—		—	924	I	2)
	26	001	1	—	—	—		—	—		
a 1	25	945	3	945	950	948		—	947	IV	
b	25	650	2	648	—	—		—	—	IV	
	25	201	1 u	—	—	—		—	—		
a 1	22	917	6 R	915	916	—		—	916	I	2)
d	20	849	1 u	841	—	—		—	—		
a 1	20	261	6 R	262	260	—		—	261	I	2)
b	19	068	2	071	—	—		—	—	IV	
b	18	645	4	646	—	—		—	—	IV	
	18	420	2	420	—	—		—	—	IV	
	18	818	2	821	—	—		—	—		
a	17	185	5	186	186	186		—	186	II	
b	16	786	3	787	—	—		—	—	IV	
	14	273	1 u	—	—	—		—	—		
b	13	635	2	637	637	—		—	636	III	
	10	847	2	848	—	—		—	—	IV	
b	09	884	2	—	882	—		—	—	III	
	09	669	1	666	—	—		—	—	V	
b	3907	988	3	940	936	938		937	938	IV	
	07	468	1	466	—	—		—	—	III	
	06	752	1	750	—	—		—	—	V	
a 1	3906	484	5 R	486	484	—		482	485	I	2)
b	03	903	3	904	—	908	902	—	903	IV	
b 1	02	950	7 R	948	950	—	947	—	948	II	2)
	00	524	1	521	—	—	—	—	—	V	
a 1	3899	711	6 R	713	710	—	—	—	711	I	2)
e	99	080	1	089	—	—	—	—	—	IV	

1) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 178, 168]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	3898	018	4	—	—	—	—	—	—	II?	
b	97	892	4	898	—	—	—	—	—	IV	
	97	454	1	451	—	—	—	—	—	IV	
a 1	95	659	5 R	660	660	—	—	—	660	I	1)
	94	014	2	007	—	—	—	—	—	III	
	93	918	1	926	—	—	—	—	—	IV	
	93	395	4	396	396	—	—	—	396	IV	
	93	316	1	—	—	—	—	—	—		
	92	898	1	—	—	—	—	—	—		
b	91	933	4	934	926	932	932	—	931	V	
b	90	844	2	846	—	—	—	—	—	IV	
	88	825	2	—	—	—	—	—	—	IV	
b 1	88	520	7 u	518	518	—	—	—	519	II	1)
b 1	87	053	6 R	052	055	—	—	—	053	I	
a 1	86	287	7 R	286	285	—	284	—	286	I	1)
b	85	514	3	512	514	—	512	—	513	III	
	85	154	1	—	—	—	—	—	—		
b	84	365	2	363	358	362	—	—	362	IV	
	83	288	2	284	284	—	284	—	285		
	78	726	2	—	—	—	—	—	—		
	78	663	4	—	—	—	—	—	—		
	78	578	6 R	576	575	—	—	—	576	II	1)
	78	024	6 R	023	022	—	—	—	023	II	1)
	76	044	1	045	—	—	—	—	—	III	
	74	058	1	—	—	—	—	—	—		
	73	950	1	—	—	—	—	—	—		
	73	766	4	764	765	764	764	—	765	IV	
	72	928	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	72	506	6 R	506	505	—	504	—	505	II	1)
	72	196	1 u	—	—	—	—	—	—		
	71	752	2	752	751	—	—	—	752	IV	
	69	590	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	69	568	2	—	—	—	—	—	—	IV	
	68	243	1	—	—	—	—	—	—		
	67	925	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	67	221	3	221	222	220	219	—	221	IV	
	3865	526	6 R	529	527	—	—	527	527	II	1)
	64	110	1	—	—	—	—	—	—		
	63	745	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	61	842	2	843	—	—	—	—	—	IV	
	59	913	7 R	915	914	—	913	—	914	I	1)
	59	215	5	216	215	215	—	—	—	III	
	56	373	6 R	372	374	—	—	—	373	I A	1)
d	55	866	1 u	848	—	—	—	—	—		
	55	329	1 u	—	—	—	—	—	—		
	53	462	1	—	—	—	—	—	—		
	52	577	2	576	576	578	577	—	577	IV	
	50	993	1	—	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	3850	820	5	821	821	821	821	820	821	II	
	50	513	1	—	—	—	—	—	—		
	49	970	6 R	970	971	—	—	—	970	II	1)
	49	667	1	—	—	—	—	—	—		
	46	949	1	—	—	—	—	—	—		
	46	806	5	805	804	—	—	—	805	IV	
	46	412	2	414	—	—	—	—	—	IV	
	46	001	1 u	—	—	—	—	—	—		
	45	699	1	694	—	—	—	—	—		
	45	478 Co?	1	—	—	—	—	—	—		
	3843	259	5	260	260	261	—	261	260	IV	
	41	052	6 R	051	052	—	052	—	052	II	1)
	40	443	6 R	439	439	—	—	—	440	II	1)
	39	614	2 u	—	—	—	—	—	—		
	39	259	5	260	259	—	—	—	259	IV	
	37	186	1	184	—	—	—	—	—	IV	
	36	389	3	384	384	—	—	—	—	IV	
b 1	34	227	7 R	224	225	—	229	—	227	II	1)
	33	863 Mn	1	—	—	—	—	—	—		
	33	312	4	312	314	313	313	—	313	IV	
d	30	866	1	852	—	—	—	—	—	IV	
	30	761	1	759	—	—	—	—	—	IV	
	29	458	1	—	—	—	—	—	—	IV	
d	29	147	1	127	—	—	—	—	—		
	28	510	1 u	—	—	—	—	—	—		
b 1	27	826	6 R	826	826	—	—	—	826	II	1)
	27	574	1	574	—	—	—	—	—	IV	
	26	842	1	838	—	—	—	—	—	IV	
b 1	25	886	8 R	884	885	—	—	—	885	II	1)
	25	408	1	406	—	—	—	—	—		
	24	444	6 R	444	446	—	—	—	445	I A	1)
	24	806	2	—	—	—	—	—	—	IV	
	24	080	1	076	—	—	—	—	—	IV	
	21	837	2	836	—	—	837	—	837	IV	
	21	182	6	181	183	181	183	—	182	IV	
	20	430	8 R	430	429	—	430	—	430	II	1)
	16	843	2	842	—	—	—	—	—	IV	
b 1	15	844	7 R	843	843	—	—	—	843	II	1)
	14	525	2	527	529	527	—	—	527	III A	
	13	891	2	—	—	—	—	—	—	V	
	13	639	2	640	—	—	—	—	—	IV	
	13	062	2	061	—	—	—	—	—	IV	
	12	966	6 R	967	968	—	968	—	967	II	1)
	11	894	2	894	—	—	—	—	—	IV	
	10	759	2	761	—	—	—	—	—	IV	
	09	158	1	—	—	—	—	—	—		
	09	043	1	—	—	—	—	—	—		
	08	782	2	783	783	—	—	—	783	IV	

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 168]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	3777	452	1	450	—	—	—	—	—	IV	1)
	77	069	1	068	—		—	—	—		
	76	456	2	458	458	—	456	—	457	IV	1)
	75	856	1	862	—	—	—	—			
	74	826	2	827	827	828	828		827	IV	1)
e	73	693	2 u	701	—		—		—	IV	1)
	73	364	1	—	—	—	—	—	—		
	70	405	1	—	—		—	—		IV	
	70	305	1	—	—		—		—	IV	1)
	69	995	1 u	—	—	—	—	—	—		
	68	028	1	—	032	—	—			IV	1)
b 1	67	194	6 R	195	195	—	—	—	195	II	2) 1)
	66	665	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	66	092	1	—	—	—		—	—		
b 1	65	541	6	543	543	544	545		543	IV	2) 1)
b 1	63	792	6 R	791	791	—	—	—	791	II	2) 1)
	62	205	1	—	—	—	—	—	—		
	61	410	1	418	—	—	—		—	IV	
	60	583	3	584	586	—	—	—	—	III	1)
	60	051	5	053	054	053	053	—	053	III	1)
	59	155	1	—	—	—	—	—	—		
b 1	58	234	7 R	238	236	—	—		236	II	2) 1)
	57	460	1	461	—	—	—	—	—	IV	1)
	56	940	3	942	941	—	—	—	941	IV	1)
	56	071	1	071	—	—	—	—	—	IV A	1)
e	54	503	2 u	508	—	—	—	—	—	IV	
	3753	614	5	615	614	615	—	615	615	III	1)
	53	141	1	156	—	—	—	—	—		
	52	418	1 u	422	—	—	—	—	—		
	51	821	1	822	—	—	—	—	—		
	51	091	1	061	—	—	—	—	—		
	50	677	1	—	—	—	—	—	—		
b 1	49	487	8 R	490	489	—	488		489	II	2) 1)
e	48	959	8 u	971	—	—	—	—	—	IV	1)
	48	402	1	—	—	—	—	—	—	IV	
a 1	48	264	6 R	264	264	—	267	—	265	I A	2) 1)
e?	46	927	2 u	933	—	—	—	—	—	IV	1)
	46	479	1	488	—	—	—	—	—	IV	
a 1	45	900	6 R	902	904	—	903	—	902	I A	2) 1)
a 1	45	568	7 R	564	562	—	566	—	564	I	2) 1)
e	44	095	2 u	108	106	101	108	—	—	IV	1)
	43	471	4	470	—	—	470	—	470	IV	1)
b 1	43	395	1	365	366	—	—	—	—	IV	2)
	43	336	2			—	—	—	—	II A	
	43	061	1	—	—	—	—	—	—		
	42	987	1	—	—	—	—	—	—		
	42	628	1 u	624	622	—	—	—	—	IV	

1) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [198, 173, 163]		St. John u. Babcock [253] Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	3808	283	1	288	—	—	—	—	—	—	
	07	541	4	540	541	—	542	—	541	III	
	06	702	6	700	700	—	703	—	701	III	1)
	06	384	1	—	—	—	—	—	—		
d	06	222	2	205	—	—	—	—	—	IV	
	3805	346	6	346	346	346	—	346	346	IV	1)
	04	014	2 u	015	—	—	—	—	—		
	02	282	1	285	—	—	—	—	—		
e	01	967	2 u	977	—	—	—	—	—		
	01	811	1	806	—	—	—	—	—	IV	
	01	681	2	683	682	—	—	—	—	IV	
	3799	548	6 R	551	551	—	—	—	550	II	1)
	98	512	6 R	515	514	—	—	—	514	II	1)
	98	259	1	—	—	—	—	—	—		
	97	954	1	950	—	—	—	—	—		
	97	516	5	518	519	—	—	—	518	III	1)
	95	584	1	583	—	—	—	—	—		
b 1	95	004	6 R	006	005	—	—	—	005	II	1)
	94	341	3	342	342	342	343	—	342	III	
	93	874	1	874	—	—	—	—	—	IV	
	93	486	1	480	—	—	—	—	—		
	93	354	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	92	884	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	92	157	2	158	—	—	—	—	158	IV	
	91	511	1	506	—	—	513	—	—		
	90	759	1	758	—	—	—	—	—	IV A	
	90	660	1	658	—	—	—	—	—		
	90	094	4	095	097	—	—	—	095	II	
	89	577	1	572	—	—	—	—	—		
d	89	489	1	480	—	—	—	—	—		
	89	181	1	180	—	—	—	—	—	IV	
b 1	87	880	6 R	885	885	—	—	—	883	II	1) 2)
	87	170	1	166	—	—	—	—	—		
	86	678	3	679	680	680	681	—	680	III	2)
	86	177	2 u	178	—	—	—	—	—	IV	2)
	85	948	5	950	949	951	951	—	950	IV	2)
	85	718	1	708	—	—	—	—	—		
	82	618	1	610	—	—	—	—	—		
	82	456	1	452	—	—	—	—	—	IV	
	82	128	1	124	—	—	—	—	—		
	81	946	1	940	—	—	—	—	—		
	81	190	1	189	190	190	—	—	190	IV	2)
	79	508	1	488	488	—	—	—	—	IV	
	79	444	2 u	—	—	—	—	—	—		2)
	79	424	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	78	700	1	699	—	—	—	—	—		
	78	515	1	511	—	—	—	—	—	IV	2)

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.
2) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.

Gruppe		Burns Gitter [158, 178, 163]		St. John u. Babcock Gitter [258]	St. John u. Babcock Interf. [258]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
d	3740	262	1	250		—		—		IV	
	40	061	1	—	—	—	—		—		
d	39	542	1 u	529	—	—				IV	
	39	317	1	—	—	—					
	39	118	1	122	—	—		—	—	IV	
	38	810	4	809	809	808	809		809	IV	1)
a 1	37	135	7 R	135	134	—	135		135	I	2) 1)
	35	329	3	327	—	—	—	—	—	IV	1)
b 1	34	869	9 R	870	868	—	866	—	867	II	2) 1)
a 1	33	819	6 R	819	821	—	820	—	820	I A	2) 1)
	32	398	6	400	398	401	402	—	400	III	1)
	31	347	1	377	375	377	377	—	—	IV	
	30	974	1	947	948	—	—	—	—	IV	1)
	30	390	3	388	391	—	—	—	—	IV	1)
	28	666	1	670	—	—	—	—		IV	
	27	810	1	811	—		—	—	—	IV	
b 1	27	622	6 R	622	623	—	622	—	622	II	2) 1)
	27	095	2	098	—	—	—	—	—	IV	
e	26	922	3 u	929	—	—				IV	
	25	495	1	500	—		—	—			
	3724	380	6	380	380	380	—	380	380	III	1)
a 1	22	565	6 R	564	565		565	—	565	I A	2) 1)
	22	095	1	080	—	—	—	—	—		1)
	21	998	1	—	—	—	—	—	—		1)
	21	606	1	—	—	—	—	—	—		
	21	512	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	21	396	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	21	278	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	21	189	1	—	—	—	—				
a 1	19	968	8 R	969	967	—	966	—	968	I	2)
	18	410	2	406	410	—	—		409	IV	
	16	450	6	449	449	—	446	—	449	IV	
	15	916	2	917	914	915	—	—	916	IV	
	11	406	1	418	—	—	—	—	—	IV	
	11	227	2	227	227	—	—	—	227		
	09	585	1	537	—	—	—	—	—		
b 1	09	250	6 R	251	250		248	—	250	II	2)
	08	602	1		—	—	—	—	—		
	07	928	5	—	—	—	922	—	923	III	2)
	07	828	3 u	—	—	—	823	—	—	I	
	07	048	3 u	051	051	050	—	—	050	IV	
a 1	05	567	6 R	568	568	—	568	—	568	I	2)
	04	462	5	465	466	465	464	—	464	IV	
	04	336	1	—	—	—	—	—	—		
	04	208	1	—	—	—	—	—	—		
	04	010	1	—	—	—	—	—	—		
	03	824	1	826	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babcock Gitter	St. John u. Babcock Interf.	Burns u. Meggers Interf.	Müller Gitter	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	168, 173, 163			[258		[201]	[251]				
d	3705	702	1 u	699	—	—	—	—	—	IV	
	03	558	1 r d	558	—	—	—	—	—	IV A	
e	02	488	1	502	—	—	—	—	—	IV A	
	02	032	1	033	037	—	—	—	—	IV	
	01	083	6	091	091	084	085	—	087	IV	
	00	772	1	—	—	—	—	—	—		
	3699	136	1 u	149	—	—	—	—	—	IV	
	98	606	1	618	—	—	—	—	—	IV	
	97	510	1 u	—	—	—	—	—	—		
d	97	436	2 u	433	433	—	—	—	—	IV	
	96	507	1	—	—	—	—	—	—		
	95	054	3	055	056	055	054	—	055	IV	
	93	999	6	—	—	—	4.005	—	—	IV	
	93	021	1	009	009	—	—	—	—	IV	
	92	645	1	—	—	—	—	—	—		
	90	728	2	731	731	—	—	—	729	IV	
	90	450	1	—	—	—	—	—	—		
	89	897	1 u	—		—	—	—	—		
	89	456	6	462	463	458	459	—	460	IV	
	88	877	1	—	—	—	—	—	—		
	88	476	1 u	—	—	—	—	—	—		
	87	657	2	657	—	—	—	—	—	III	
b 1	87	458	6 R	460	460	—	459	—	459	I	1)
	87	101	1	101	—	—	—	—	—	IV	
	86	258	1	261	—	—	—	—	—		
e	85	996	5 R	6.002	001	—	6.001	—	—	IV	
	84	110	5	113	113	112	111	—	112	IV	
	83	798	1	—	—	—	—	—	—		
	83	616	1	—	—	—	—	—	—		
	83	061	4	059	059	058	057	—	058	I A	
	82	235	5 u	226	228	—	—	—	—	IV	
	82	209	1	—	—	—	—	—	—		
	81	774	1	—	—	—	—	—	—	IV	
	80	801	2 u	—	—	—	—	—	—	IV	
	80	694	1 u	—	—	—	—	—	—	IV	
a 1	79	915	5 R	916	916	—	915	—	916	I A	1)
	78	862	2	863	865	—	—	—	—	IV	
	78	046	1	—	—	—	—	—	—		
	77	907	1	—	—	—	—	—	—	I	
	77	817	1	—	—	—	—	—	—		
	3677	630	6	—	—	—	—	629	—	IV	
	77	477	2 u	—	—	—	—	—	—		
	77	309	2	310	—	—	—	—	—	IV	
	76	870	1 u	—	—	—	—	—	—		
	76	588	1	—	—	—	—	—	—		
	3676	313	4	313	315	313	313	313	313	IV	
	74	768	2	-	767	—	—	—	—	IV	
	70	810	2	—	—	—	—	—	—	IV	

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

Gruppe	Burns Gitter 158, 178, 163			St. John u. Babcock 253 Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. 201	Müller Gitter 251	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
	3670	065	3	—	072				—	IV
	70	035	2			—	—			IV
	69	525	6	524	524	524	526		524	IV
	69	158	3	152			—		—	IV
	67	989	2u	—					—	IV
d	67	280	4u	265						IV
	66	781	2u							
d	64	555	2	541						IV
	63	458	2	—	—			—		IV
	59	521	5	520	520	520	—		520	IV
	57	143	2		—					IV
	56	227	2u	—	—					IV
	55	470	4	468	463	—		—		IV
	53	703	2	—		—				IV
	51	512	1	—	—	—				
	51	478	6	471	470	471	470	—	471	IV
	50	282	4	281	—			—	—	IV
	50	026	3u	032				—		IV
	49	509	6	509	511	—	509	—	510	IV
	49	308	3	305	—	—				IA
b 1	47	845	6R	846	845		847	—	846	I
	47	430	2	428	—			—	—	
	45	825	4	823		825			824	IV
	45	404	2	—		—		—		IV
	45	090	2u	—	—	—		—	—	
	43	716	2	—	—	—		—		IV
	43	694	2	698	—	—	—	—	—	IV
	3640	392	6	392	392	392	392	392	392	IV
	38	299	6	300	300	299	299	—	299	IV
	37	862	4u	863	—	—	—	—		IV
	37	251	2	—	—	—				IV
	36	994	2	996	—				—	IV
	36	650	2	—	—	—			—	IV
	36	186	2	—	—	—				IV
	34	336	5U	336		—		—	—	IV
	33	337	4u	—	—	—		—		IV
	32	999	2	980	—	—	—		—	IV
	32	554	3	559	—	—			—	IV
	32	040	6	043	043	044	037		042	IV
b 1	31	464	6R	467	466	—	464		465	I
	31	098	5	104	—	—			—	IV
	30	352	3	353	354	—			353	IV
	28	094	2	—	—	—	—	—	—	IV
	25	148	6	—	148	150	—		149	IV
	23	446	2	—	—		—	—	—	IV
	23	260	1	—	—	—		—	—	
	23	186	5	190	188	188	188	—	188	IV

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

Gruppe		Burns Gitter 158, 173, 163		St. John u. Babcock [258] Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	3622	005	6	009	009	007	006	—	007	IV	
	21	718	2	—	—	—	—	—	—		
	21	463	6	465	463	464	463	—	464		
b 1	18	769	6R	778	770	—	767	—	770	I	1)
	18	388	3	393	—	—	—	—	—	IV	
	17	789	6	790	789	789	788	—	789	IV	
	17	320	3	318	—	—	—	—	—	IV	
	16	583	4u	573	—	—	—	—	—	IV	
	14	563	2u	562	—	—	—	—	—	IV	
	12	936	2	941	—	—	—	—	—	IVA	
	12	082	4	074	073	084	—	—	—	IV	
	10	705	2	704	—	—	—	—	—	IV	
	10	151	5u	164	164	159	160	—	—	III	
b 1	08	860	6R	862	861	—	862	—	861	I	1)
	08	154	3	147	—	—	—	—	—	IV	
	3606	682	5	682	682	682	682	682	682	III	1)
	05	60	1	—	—		—	—	—		
	05	454	5rd	466	460	—	465	—	—	IV	
	03	818	3	820	—	—	—	—	—	IV	
	03	203	5	206	207	207	207	—	206	IV	
	02	515	2v	—	518	—	—	—	—	IV	
	3600	628	3	627	—	—	—	—	—	IV	
	95	204	2u	—	—	—	—	—	—	IV	
c	94	627	5	636	636	632	636	—	—	IV	
	90	453	3	455	—	—	—	—	—	IV	
	89	105	4	109	106	108	115	—	—	III	
	88	918	2	919	—	—	—	—	—	IV	
e	88	622	3	—	—	—	—	—	—	IV	
	87	749	2u	758	—	—	—	—	—	IV	
	87	424	2	425	—	—	—	—	—	IV	
c b	87	258?	2U	—	—	—	—	—	—	IV	
	86	989	6R	987	987	—	—	—	987	II	1)
	86	115	5	114	—	117	—	—	115	IV	
	85	708	5	700	710	—	—	—	709	II	
	85	322	6R	320	322	—	—	—	321	II	1)
	85	193	2	—	—	—	—	—	—		
	84	960	5	961	—	—	—	—	961	IV	
	84	788	2	791	—	—	—	—	—	IV	
c b	84	662	5	664	665	—	—	—	664	IV	
	83	324	2u	338	—	—	—	—	—	IV	
	82	202	4	202	201	208	205	—	208	IV	
	81	646	2	640	—	—	—	—	—	IV	
	81	197	8R	197	196	—	197	—	197	I	1)
b	76	762	4	759	—	762	—	—	761	IV	
	75	963	2r	963	—	—	—	—	—	IV	
	75	875	4	875	—	—	—	—	—	III	
	75	248	2	250	—	—	—	—	—	IV	
	73	894	4	803	—	—	—	—	—	IV	

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 178, 168]		St. John u. Babcock Gitter [253]	St. John u. Babcock Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse	
	8573	842	3	—						IV	
	73	408	2							IV	
	71	998	7 u		997	999	999		998		
	71	228	2			—				IV A	
	70	248	7 u							III	
	70	102	7 R	103	100	—			102	I	1)
c δ	68	980	4	978						IV	
	68	828	2	—	—						
	67	045	4 u					—		IV	
	65	584	4 u	584				—		IV	
	65	383	6 R	383	381	—		—	382		1)
	60	705	2	—		703		—		IV	
	59	514	2	507	—					IV	
z	58	522	5 R	522	518	519	520		520	I	
	(3556)	880	6 u	880	883	878		881)	—	IV	
	54	924	8 u	931	928	928				III	
	54	121	4	122	125	—	—			III A	
	53	741	5	744	747				744	IV	
	52	840	4 u	837	839					IV	
	52	112	2							IV	
e	49	878	3	881						III	
	47	199	2 u	204							
	45	638	5	644	641	642	643		642	IV	
	43	690	4	670	—				—		
	42	248	2	—			—		—	IV	
	42	079	6	080	080	080	080	—	080	IV	
	41	090	6 u	088	088	089	089	—	089	IV	
	40	714	2	710	—	—				III A	
	40	132	4	126	128				129	IV	
	37	890	4 u	897	—	—			—	IV	
	37	781	4	780			—			IV	
	37	495	2	492	—		—			IV	
	36	562	6	559	560	558	558		557	IV	
	33	196	5	199			—		—		
e	33	004	4	009						IV	
	30	382	4	386					—	IV	
e	29	816	4	821	824	819	821		820	III	
	27	795	4	793	798	796	—		796	IV	
	26	672	5	674	—	—				IV	
	26	470	4	466	—					IV	
	26	379	3	378	—	—			—	IV	
	26	167	5	168	—	—	—	—	—	II	
	26	069	2	040	—					I	
	26	016	2	—	—					IV	
	24	244	2	240	—	—	—		—	IV	
	24	077	4	076	—		—	—		IV	
	21	337	2	334	—		—	—		IV A	
	21	264	5 R	264	264	266		—	264	II	

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (126) gemessen.

Gruppe	Burns Gitter [158, 173, 163]		St. John u. Babcock [258] Gitter	St. John u. Babcock [258] Interf.	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
	3465 864	6 R	866	863	—	867		865	I
	64 914	1	—						
	63 305	2	—						IV
	62 808	1	—	—	—				
	62 354	2	—	354					IV
	59 922	4	915		916	918		918	IV
c5	59 740	1 u	—		—				
	59 429	2			—				
	58 310	3	305		308	308		307	IV
	57 512	1		—	—				
	57 090	3 u		—		—			
	56 248	1	—						
	55 235	1 u	—	—					
	53 025	2	023	—					
	52 279	4	278	281		281			III
	51 920	6	917	920		920		919	IV
	51 796	1	—	—		—			
	51 618	2	—	620					IV
	50 334	6	333	331	332	334		333	IV
	49 447	1							
	49 172	1							
	48 880	1							
	48 478	1							
	47 989	1 u							
	47 283	6	282	281	282	283		282	IV
	46 966	1	—		—			—	
	46 791	1	—		—				
d	45 788	2 u	783	—	—				
	3445 155	4	152	152	153		154	153	III
	44 892	1	—	—	—				
	43 883	6 R	881	879				881	I
	43 645	1	—	—					
	42 979	1	—	—					
	42 676	2	673						III A
	42 364	4	—		366	366		365	IV
	40 992	6 R	988	988		992		991	I
	40 614	7 R	611	611	615			613	I
	39 050	1	—	—					
	38 306	3 u	—	—	—				
	37 958	2	—						
	37 631	1	—						
	37 045	2 u							IV
	36 045	1		—					
	34 029	1 u	—						
	33 049	2 u		—	—				
	32 023	1	—	—					
	31 827	2 u	816		822		—		IV
	31 596	1		—		—	—		

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

Gruppe	Burns Gitter 158, 173, 163		St. John u. Babcock Gitter 253	St. John u. Babcock Interf. 253	Burns u. Meggers Interf. 201	Müller Gitter 251	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
	3428 746	2		—				—	
	28 200	6	194	197	197	198		197	III
	27 127	6	123	124	122	122		124	III
	26 924	2	[illegible]					—	III A
	26 646	6	638			637		—	IV
	26 393	1 v d	384			389			III A
	25 021	4	013			019		—	IV
	24 290	6	287	288	289	291		289	III
	23 698	1 r d		—					
	22 665	4	658	655					IV
	22 508	2 u	500						IV
	19 706	1							
	19 157	1							
	18 514	5	508	510	512	514		512	III
	18 179	2 u		—				—	
	17 847	6	845	845	844	846		845	III
e?	17 265	1		274					
	17 162	1							
	16 688	1							
	16 209	1							
	15 587	4	587	—	587	588		587	IV
	13 948	1							
	13 140	7	134	135	136	138		137	III
	12 841	1							
	12 643	1							
	12 347	1							
	11 366	2	365						IV
	11 134	1							
e 5	10 905	1							
	10 175	2	171						IV
	10 047	1	—						
e 5	07 468	7 r d	464	462	464	462		464	III
	06 807	4	805	808		807		806	IV
	06 446	2	442					—	IV
	05 582	1							
	04 903	1							
	04 755	1						—	
	04 356	6 v d	355	351					IV
	04 301	2		—				—	III A
	02 262	4	262		261	262		262	IV
	01 523	4	520	524	523	523		523	III
	3400 62	1				—	—	—	
	3399 839	6	836	837	838		837	838	III
	99 230	1	—	—			—		
	99 048	1						—	
	98 226	1		—		—	—	—	
	97 642	2		—		—	—		III A
	97 560	1				—	—		
	97 221	1					—	—	
	96 982	3	980	982	981	981	—	981	III A

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babcock Gitter	St. John u. Babcock Interf.	Burns u. Meggers Interf.	Müller Gitter	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
	158,1 73.163			253		201	251			
	3396	880	1	—						
	96	020	1	—						
	95	958	1							
	95	382	1							
	95	080	1							
	94	590	4	595	590	588	597		592	IV
	94	085	1	—						
	93	915	1	—						
	93	609	1 u							
	93	382	1			—				
	92	658	5	656	658	658	658		657	III
	92	308	4	309			311		309	IV
	92	018	3				—			IV
	89	748	3							IV
	89	268	1							
	88	988	1 u							
	88	628	2 u							
	88	174	1							
	87	624	2 u							
	87	410	4							IV
	85	444	1							
	85	231	1							
	83	985	5	982	987	984	984		981	IV
	83	86	1	—			—			
	83	609	4	607		—	—		—	IV
	83	387	1			—	—	—	—	
	83	01	1 u	—	—	—	—			
	82	410	8	409	—	—	—		—	IV
	81	840	2	—	—	—	—			
	80	885	1	—	—	—	—			
	80	115	5	115	—	115	117	—	116	IV
	80	004	1	—	—	—			—	
	79	825	1 r d	—	—	—	—			
	79	024	4	022	—	024	025		025	IV
	78	682	4	684						IV
	78	024	2 U			—				
	76	745	1			—				
	76	518	2 u	—		—		—	—	
	75	822	1	—		—	—			
	74	468	2 u	—	—	—	—	—		
	74	221	1	—	—	—			—	
	73	874	1	—		—			—	
	72	866	1	—		—			—	
	72	859	1	—	—			—	—	
	72	081	3	—	—			—	—	IV
	71	068	1	—	—	—	—	—	—	
	3370	787	6	788	788	787	—	788	788	IV
	68	988	1			—	—	—	—	
	68	172?	1 u			—	—	—	—	
	67	161	1			—	—	—	—	

Gruppe	Burns Gitter		Burns u. Meggers Interf.	Müller Gitter	Mittelwert	Klasse	
	168, 173, 103		201	251			
3866	870	3				IV	
66	730	3		—		IV	
64	630	1					
64	270	1 u					
63	815	1		—	—		
63	418	1 u			—		
62	285	1 u			—		
61	959	1					
60	935	1					
59	814	2		—	—		
59	406	3		—	—	III A	
58	911	1	—		—		
56	695	1 u	—				
56	412	3				IV	
56	332	1 u				IV A	
55	517	1	—				
55	285	4	282	288	283	IV	
55	128	1		—			
54	958	1					
54	380	1					
54	068	3			—	IV	
53	268	1					
52	929	1					
51	750	3			—	IV	
51	529	3			—	IV	
50	284	2					
49	789	1	—				
47	982	4	(930)	931	931	IV	
47	507	1	—				
46	942	2	—			IV	
45	679	1	—				
44	968	1 U	—	—	—		
43	784	1	—	—	—		
43	678	1	—	—	—		
43	243	1	—	—	—		
42	298	3	—	—	—	V	
42	225	3	—	—	—	IV	
41	912	4	—	—	—	III A	
40	879	1 u	—	—	—		
40	570	4	—	—	—	IV	
39	691	1	—	—	—		
39	588	1 u	—	—	—		[1]
39	202	3		—	—	IV	
38	648	3 u	—	—	—		[1]
37	671	4	670	670	670	IV	
36	262	3	—	—	—		
35	776	3	—	—	—	IV	
35	518	1	—	—	—		

1) Nach Lang (180) ungeeignet als Normale.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Mittelwert	Klasse	
	3335	403	1	—				
	34	278	1	—	—			
	34	223	2					
	31	778	2					
	31	616	2				IV	
	30	676?	1	—				
	30	316	1 r d					
	29	970	1					
	29	532	2		—			
	29	050	2		—			
	28	871	4	870	871	871	IV	
	28	765	1	—				
	27	961	1					
	27	498	2					
	25	408	4	—			IV	
	24	798	1 u		—			
	24	541	4				IV	
	24	372	2					
	23	741	4	741		741	IV	1)
	23	631	1	—				
a b	22	498	3 u				IV	2)
	20	800	2 u					2)
	20	650	2	—	—	—		
	19	258	2	—		—	IV	
	17	126	4	—	—	—	IV	
	14	746	6	746	—	746	IV	
	14	450	2	—	—			
	14	070	1	—	—	—		
	13	723	1	—	—			
	12	707	1	—				
	12	282	1	—	—			
	11	451	1 u	—	—	—		
	10	496	8	—	—			
	10	347	8	—		—	IV	
	07	711	1 u	—	—			2)
	07	288	4		—		IV	
	07	148	1	—		—		
	07	015	1	—	—	—		
	06	614	1	—	—			
	06	495	1	—	—			
	06	857	8	858	—	—	III	
	05	980	8	977	977	978	III	
	05	189	1	—	—			
	03	574	2	—	—	—		
	03	551	1	—	—	—		
	03	476	1	—	—	—		
	02	805	1	—	—	—		

1) Fabry und Buisson: 3328.789.
2) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.

Gruppe	Burns Gitter 158, 173, 163		Burns u. Meggers Interf. 201	Müller Gitter 251	Mittelwert	Klasse	
3301	927	1					
01	421	1			—		
01	227	2					
3299	511	1			—		
99	070	1 u		—	—		
98	137	5	136	137	137	IV	
97	883	1 u		—	—		
96	806	1			—		
95	825	1			—		
93	146	1			—		
92	509	5		—	—	IV	
92	020	5					
90	995	4	992	994	994	IV	
90	722	4	—		—		
90	047	1 u			—		
89	442	2			—		
88	972	3		—	—	IV	
88	000	2	—		—		
87	680	1		—	—		
87	117	1 u	—	—	—		
86	763	8	760	760	761	III	
86	463	2 u	—	—	—		
86	026	2	—	—	—	IV	
85	425	3			—		
84	597	4	593	591	594	IV	
83	552	1	—	—	—		
83	480 Sn?	1	—	—	—		
82	898	4	—				
82	725	1	—				
81	302	2	—		—		
80	763	1	—	—	—		
80	263	5	264	264	265	IV	
79	743	2 r	—	—	—		
78	741	3	—	—	—	IV	
78	112	1	—	—	—		
77	858	2	—	—	—		
76	477	3	—	—	—	IV	
75	848	1	—	—	—		
75	885	1	—	—	—		
74	452	2 u	—	—	—		[1])
71	693	2	—	—	—		
71	493	2	—	—	—		
71	013	6 u	005	—	—	III	[2])
69	984	1	—	—	—		
69	240	1 u	—	—	—		
68	246	4	—	—	—	IV	
67	762	1 u	—	—	—		

1) Nach **Lang** [180] ungeeignet als Normale.
2) **Fabry und Buisson**: 3271.003.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Pickhan Gitter [230]	Mittelwert	Klasse	
	3267	257	2	—					
	65	629	6	622	621		624	III	
	65	057	3	—	050			I A	
	64	716 Mn?	2	—	—				
	64	522	4		520		521	IV	
	63	378	2						
	62	346 Sn?	1						
	62	284	2	—				IV	
	62	009	2	—					1)
	61	882	2	—	—				1)
	60	276	2	—	—		—	IV	
	60	258	1	—					
	60	004	4					IV	
	59	062	2	—					
	58	786	1	—					
	57	603	4	598	597		599	IV	
	57	471	1				—		
	57	244	2	—				IV	
	57	129	1						
	56	701	2 u	—	—				1)
	55	898	2		898				
	54	784	2	—	—				
	54	872	4	867	865		868	IV	
	54	261	1				—		
	53	954	2	—	—				
	53	839	1	—	—		—		
	53	610	4	—	—		—	IV	
	52	928	4	—	—			IV	
	52	748	3	—	—				
	52	440	2 u	—	—				1)
e	52	260	1	—	—				
	51	288	5 u	—				IV	1)
	50	684	3	—				IV	
	50	400	2	—					
	49	204	2	—	—			IV	
	49	037	1	—	—		—		
	48	215	6		207	213	212	IV	
	47	297	3	—	—	—	—	IV	
	47	220	2	—	—	—	—		
	46	973	4	—	975	972	973	IV	
	46	492	2	—	—	—	—	IV	
	46	015	3	—	—	018			
	45	984	2	—	—	—	—	I	
e	44	186	8	189	191	189	189	IV	1)
	43	406	2	—	—	—	—	IV	1)
	43	118	1	—	—	—	—		
	42	268	1 u	—	—	—	—		
	40	409	1 u	—	—	—	—		

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.

Gruppe	Burns Gitter [158, 173, 163]			Burns Interf. [180]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Pickhan Gitter [230]	Mittelwert	Klasse	
	3240	027	1		—			—		
	39	690	1			—	—	—		
	39	419	8		440	439	440	440	IV	1) 2)
	39	029	1			—	—	—		
	38	404	1			—		—		
	37	429	1				—			
	37	284	1			—	—			
	36	231	5		227	226	227	228	I A	2)
	35	833	1			—	—	—		
	35	178	1				—	—		
	34	628 Ni?	5		—	615	624	—	I A	
	33	976	6		—	971	978	975	IV	1)
	33	304	1		—		—	—		
	33	061	5		056	055	055	056	IV	2)
	32	808	1			—		—		
	31	509	1			—	—	—		
	30	970	6 u	972		970	972	972	IV	3), 2)
	30	210	4 u				212	—	IV	1)
	30	003	3				—	—		
	29	595	2 u			—		—		
	29	389	3 u			—				1)
	29	129	4				133		II A	
	28	915	4			—	—	—	IV	1)
	28	262	4				262	262	IV	
	28	008	2					—		
	27	814	4				818	816	IV	4)
	27	756	4				758	757	IV	
	27	087	2						IV	
	26	727	1						III A	
	26	487	1							
	26	189	1 u				—			
	25	790	8 u	792		—	792	791	III	1) 3)
	24	930	1	—			—			
	24	208	1			—	—			
	24	155	1	—		—	—			
	23	858	1			—	—			
	23	278	1			—	—	—		
	22	070	6 u	072		072	074	072	II	1)
	21	036	2	—		—	—	—	IV	
	19	817	4 u	—		—	—		III	1)
	19	582	5 u	—		—	—	—	IV	1)
	17	872	1	—		—	—	—		
	17	880	4	885		889	889	888	IV	1)
	16	948	1	—		—	—	—		
	15	943	5 u	944		941	945	943	IV	1)

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.
2) Burns [168] zu hoch.
3) Fabry und Buisson: 3225.790.
4) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]		Burns Interf. [190]	Müller Gitter [251]	Pickhan Gitter [230]	Mittelwert	Klasse	
	3215	637	3 u	—	—		—		
	15	432	2	—	—	—	—		
	15	283	1 u	—	—		—		
	14	624	1	—	—	—	—		
	14	411	1	—	—	414	—		
	14	896	1	—	—	—	—	I A	
	14	044	8	—	—	048	046	III	
	13	771	1	—	—	—	—		
	13	594	2 u	—	—	—	—		
	13	320	4	—	—	—			
	12	486	3 u	—	—	—	—		1)
	12	184	1 u	—	—	—	—		1)
	12	000	4 u	—	—	000	—	IV	1)
	11	872	2	—	—	—	—	IV	1)
	11	693	4 u	—	—	699	—	IV	1), 3)
	11	494	4	—	—	—	—	IV	1)
	10	834	5 u	—	—	838	—	IV	1)
	10	458	2	—	—	—			
	10	245	4	—	—	246	246	IV	1)
	10	212	1	—		—			
e	09	828	4 u	—	—	—	—	IV	1)
	09	115	1	—	—	—	—		
	08	640	1	—	—	—	—		
e	08	484	4	—	—	—	—	IV	1)
	07	709	1 u	—	—	—	—		
	07	649	1 u	—	—	—	—		
	07	092	2	—	—	—	—	IV	
e	05	396	7 u	401	402	401	—	IV	1)
	02	562	3	—	—	—	—	IV	
	00	790	2	—	—	—	—	III A	
	00	484	6 u	478	476	478	—	IV	1), 3)
	3199	526	6 u	527	527	527	—	II	1)
	97	00	2 u	—			—		1)
	96	937	4 R	—	—	942	940	II	
	96	147	2	—	—	—	—	IV	1)
	96	086	2	—	—	—	—	IV	
	94	422	4	—	—	—	—	IV	1)
	93	811	3	—	—	—	—		
	93	314	4 R	—	308	325	—	IV	1), 2)
	93	214	4	—	228	228		I A	2)
	92	806	5	—	805	809	—	IV	1)
	91	666	5 d	664	664	664	—	I A	
	90	825	2	—	—	—	—		
	90	658	2	—	—	—	—		
	88	887	5	—	—	889	—	IV	1)
	88	586	4 u	—	—	—	—	IV	1)

1) Nach **Lang** [180] ungeeignet als Normale.
2) **Burns** [163] zu tief.
3) **Burns** [163] zu hoch.

Gruppe	Burns Gitter (158, 173, 163)			Burns Interf. (190)	Müller Gitter (251)	Pickhan Gitter (230)	Mittelwert	Klasse	
	3186	750	3			—		V	
	84	903	4	900	901	900	901	I A	[1]
	84	631	1				—	IV	[2]
	83	126	1				—		
	82	988	2				—	IV	
	82	076	3 u				—	IV	
	81	528	4		—	—	—	IV	
	80	764	4	—	761	769	765	I A	
	80	220	3 u	220	220	229	—	IV	[2] [3]
	79	538	2				—	IV	
	79	498	1				—		
	78	970	3					IV	
	78	545	2				—	IV	
	78	014	6	014	015	014	014	IV	[2]
	76	366	2					IV	
	75	446	6	450		450	—	IV	[2] [4]
	75	042?	1				—		
	73	063	3 R				—		
	72	067	3 R			—		IV	
	71	659	1				—	IV	
	71	358	4	—	—		—	IV	
	70	346	2						
	67	907	1						[2]
	67	858	2			—			
	66	440	4			440	440	IV	
	65	868	3				—	IV	
	65	005	2				—	IV	
	63	874	1						
	61	945	5			949		IV	[2]
	61	870	2					IV	
o	60	650	6	660	667	661		IV	[2]*
	60	342	2		—	—	—		
	60	200	2 u	—	—	—	—		[2]
o	57	877	4	—	877	880	—	IV	[2]
	57	037	4	043	044	044	—		[2]
	56	269	4 u		—	—	—	IV	[2]
	55	293	2		—	—	—	IV	
	54	510	2 u			—	—	IV	[2]
e 5	54	202	4		—		—		
	53	208	4	—	—	—	—	IV	[2]
	51	867	1	—	—	—	—		
	51	341	6 u	349	354	345	—	IV	[2]
	50	301	2 u	—	—	—	—		[2]
	47	792	1	—	—	—	—		
	45	057	2	—	—	—	—		

1) Burns (168) zu hoch.
2) Nach Lang (180) ungeeignet als Normale.
3) Burns (168) zu tief.
4) Fabry und Buisson: 3175.446.

Gruppe		Burns Gitter		Burns Interf.	Müller Gitter	Pickhan Gitter	Mittelwert	Klasse	
		[158, 178, 183]		[190]	[251]	[230]			
	3144	488	4 u					IV	1)
	43	982	6 u			988		IV	1)
	43	242	2					III A	
	42	888	4			894		IV	
	42	445	4			450		IV	1)
	40	885	4					V	1)
	39	908	2					V	1)
	34	109	5	115	115	115	114	III	
	32	514	2 u					V	1)
	29	834	4	840				IV	
	26	172	1					IV	1)
	25	663	6	665		665	664	III	2)
	20	874	2 u						1)
	20	435	4			438	437	IV	
	19	495	4		508	498	500	IV	
	16	632	5	638		638	636	III	
	12	079	2					IV	
	11	823	1						
	10	844	2 u						1)
	10	285	2 u						1)
	02	871	1						1)
	01	003	2						
	00	838	2					II	
	00	668	4 R		674	672	671	II	
	00	805	4 R		812	809	809	II	
	3099	968	4 R		970	969	.	II	
	99	898	4 R		908	902	901	II	
	98	191	8	194				IV	
	95	270	2						
c 5	93	888	2 r d						1)
	93	806	2						
	93	360	2					IV A	
	92	785	1					III	
	91	581	4 R	582	583	582	582	II	
	90	209	1						
	88	745	4 R	747	746	748	747	II	
	80	118	1						1)
	79	994	1						
	78	486	3					IV	
	78	020	3					IV A	
	77	172	2		—				
	75	725	5 R	726	725	726	726	II	2)
	74	442	1						
	74	157	2						
	73	982	1			—			
	68	180	4	180	180	180	180	IV	
	67	952	1	—	—	—			

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.
2) Fabry und Buisson: 3125.661, 3075.725.

Gruppe		Burns Gitter		Burns Interf.	Müller Gitter	Pickhan Gitter	Mittelwert	Klasse	
		158, 173, 163		190	251	230			
	3067	250	5 R		257	252	253	II	
	67	123	4		124			IV	
	67	008	1						
	66	187	3					IV	
	63	939	2						
	60	990	3					IV	
	60	516	1						
	59	090	5 R		092	091	092	I	1)
	57	451	5 R		454	454	453	II	1)
	55	268	4	268	269	268		III	
	53	070	4		070	074		IV	
e b	48	406	2 U						2)
	47	608	6 R		614	612	611	I	1)
	47	017	1						
	46	929	1						
	45	504	1						
	45	082	4	086	087	089	086	III	
	42	672	5		676	672		III	
	42	025	1		030	028		III	
	41	745	4		750	748		III	
	41	639	3		648	645		IV	
	40	430	4	435	435	435	434	III	
	39	322	2						
	37	782	2					IV A	
	37	392	5 R		395	392	393	I	1)
	33	104	1						
	31	641	5 R		644	644		III	
	31	216	4		220	221		IV	
	30	150	4	156	156	156	154	IV	3)
	29	237	2					IV	
	26	468	6		469	472		III	
	25	848	5 R		849	850	848	I	
	25	638	4		639	640		IV	
	25	283	2					III	
	24	035	5 R	038	039	039	038	I A	
	21	502	2						
	21	076	6 R		078	078	077	I	
	20	643	6 R		644	648	645	I	1)
	20	495	5 R		495	501	497	I	
	19	201	1						
	18	988	5 R	989	991	990	989	III	
	17	630	5 R	634	634	634	633	I A	
	16	200	2 n		191	186	-	III	
	16	179	2						
	15	925	3			927		IV	
	14	919	2					IV A	

1. Zeemaneffekt von van Bilderbeek 125 gemessen.
2. Nach Lang 180 ungeeignet als Normale.
3. Fabry und Buisson: 3030.152.

Gruppe		Burns Gitter		Burns Interf.	Müller Gitter	Pickhan Gitter	Mittelwert	Klasse	
		158, 178, 163		180	251	230			
	3014	176	2					IV	
	12	456	2 u			458			1)
	11	484	4	487		487	486	IV	
	09	575	5 R		577	578	577	II	
	09	098	3					IV	
	08	142	5 R		148	148	146	I	2)
	07	284	4 R		288	290	287	I	
	07	146	4			150		III	
	05	306	2					IV	
	04	119	2						
	03	034	4	036	037	036	036	III	
	02	651	2			655	—	V	1)
	00	951	5 R		955	955	954	I	2)
	00	458	4			455	—	III	
	2999	516	5 R	518	517	518	517	II	
	96	391	4					IV	
	94	50	2						
	94	434	6 R		437	438	436	I	2)
e 5	91	648	4 u			—	—	IV	1)
	90	394	4	397		398		IV	
	88	478	2					IV	
	87	293	5	298	297	298	297	III	3)
	86	655	1		—				
	86	400	3					III	
	86	318	2				—		
	85	562	4				—	V	
	84	884	4		—	884	884	IV	2)
	84	785	1	—	—	—			
	83	571	4 R	—	572	570	571	I	
	81	856	4	—	—			IV	
	81	448	4 R	—	449	448	448	I	
	80	585	3	—	—	—		IV	
	79	356	2	—	—				
	76	180	4	—	—			IV	
	73	236	4 R		235	238	236	I	
	73	137	4 R			137	137	I	
	72	275	2	—		—	—	IV	
	70	518	4	—				V	
	70	107	4 R	—	109	109	108	I	
	69	482	4		485	485	484	I	
	69	364	3		—	—		II	
	68	484	2						
	66	902	6 R	—	900	902	901	II	2)
	65	816	2	—	—		—	IV	
	65	258	5 R	—	257	259	258	II	

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.
3) Fabry und Buisson: 2987.298.

	Burns Gitter		Burns Interf.	Pickhan Gitter	Müller Gitter	Mittelwert	Klasse	
	158, 173, 163		190	290	[251]			
2966	040	3						
64	632	2						
60	303	2					IV	
59	996	4	998	998		997	IV	
57	491	2	—					
57	370	5 R		370	371	370	II	
54	650	3				—	IV	
53	943	5 R		943	942	943	II	
53	778	3				—	V	
53	490	3		—		—	IV	
50	250	6 U		—			IV	1)
49	206?	5	—	—			V	
48	489	4					IV	
47	876	5 R		880	881	879	I	
47	681	4	—				V	
47	364	2						
45	070	2 u					IV	1)
44	400	4					V	
41	343	8	348	345	347	346	I	2)
40	502	3 d	—					1)
37	899	6 u	—				IV	1)
36	903	7 R			905	904	I	
29	618	2					IV	
29	118	4					IV	
29	006	7			006	006	I	
26	584	5					V	
25	899	8					IV	
25	858	8					IV	
23	852	4					IV	
23	441	2 u	—					
23	289	4	—				IV	
22	62	1 u	—					
20	698	4	—				IV	
19	849	2	—		—	—		1)
18	354	3			—	—	IV	
18	027	5	031		—	—	IV	
14	805	2	—		819	—	IV	
12	257	2			—	—	IV	
12	161	8			158	159	I	2)
09	500	2	—		—	—		
08	864	2	—		—	—		
07	518	3	—		—	—	V	
06	411	2	—		—	—		
04	163	2	—		—	—		
01	919	4	—		—	—	IV	1)
01	882	4	—		—	—	IV	

1. Nach Lang (180) ungeeignet als Normale.
2. Fabry und Buisson: 2941.347, 2912,157.

	Burns Gitter [158, 173, 163]	Burns Interf. [190]	Müller Gitter [251]	Mittelwert	Klasse	
2899	418 4	422	—	420	IV	
98	351 2	—	—	—		[1]
95	036 4				III	
94	506 4	—		—	III	
93	882 2	—	—	—	IV	
93	763 2	—		—	IV A	
92	485 3		—			[1]
91	904 2	—		—		
89	991 2			—		
87	808 4		—		V	
86	318 2		—	—	IV	
83	748 2	—				
83	726 3			—	V	
80	757 3	—		—	V	
80	577 2			—	IV	
78	762 2		—	—		
77	303 5	—	303	303	III	
75	337 1	—				
75	308 3	—	—		IV	
74	176 7		178	177	I	[2]
73	403 2		—	—		
72	379 1			—		
72	398 4		—		III	
69	313 6		308	—	I	
67	88 2	—		—		
67	565 2		—	—	IV	
67	313 2	—	308	—	IV	
66	629 4	—	—	—		
65	191 3	—	—	—		
63	866 5	—	—	—	I	
63	484 4	—	—	—	III	
62	496 3	—	—	—	IV	
58	898 4	—	—	—	II	
58	841 3	—	—	—		
57	993 2	—	—	—		
57	809 2	—	—	—		
55	673 2	—	—	—		
53	771 3	—	—	—		
53	685 2	—	—	—		
51	798 3	802	801	800	II	[2]
48	714 4		721	—	III	
48	047 1			—		
46	880 2		—		IV	
45	709 2		—	—		
45	596 4 rd		594	—		
45	55 1		—	—	III	

	Burns Gitter [158, 173, 163]	Müller Gitter [251]	Mittelwert	Klasse	
2843	974 7 R	—		II	
43	928 2	—		II	
43	629 5	—		III	
42	558 2				
40	648 2				
40	422 4	—	—	II	
39	531 2	—			
38	118 6	122	120	III	
35	949 2	—			
35	710 3	—	—		
35	455 4	—	—	I	
34	750 2	—	—		
32	433 6 R	437		II	
31	559 3				
28	808 4		—	III	
27	894 4	—	—	III	
25	687 4	—	—	II	
25	558 6	—	—	II	
23	276 7		—	II	
20	807 2	—		IV	
19	302 2	—	—		
19	28 1	—	—		
17	508 3	—	—	III	
15	507 2	—	—	IV	
13	288 9	290	289	II	[2]
08	829 2	—	—	III	
07	244 2	—	—	III	
06	985 7	987	—	II	
04	865 2	—	—		
04	523 7	525	524	II	
03	614 2	—	—		
2799	297 1	—	—		
99	152 2 rd	—	—	III	
97	777 4	—	—	III	
95	008 2	—	—	III	
94	706 2	—	—		
93	888 2	—	—		
92	402 2	—	—	III	
91	792 3	—	—		
91	461 2	—	—		
89	806 3	—	—		
89	480 2 u	—	—		
88	108 6 R	108	108	II	
87	988 4	—	—	II	
84	849 2	—	—		
83	696 3	—	—		

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.
2) Fabry und Buisson: 2912.157, 2874.176, 2851.800, 2813.290.

	Burns Gitter		Müller Gitter	Mittelwert	Klasse	
	[158, 178, 163]		[251]			
2781	804	4			III	
80	698	8			III	
79	304	3				
78	847	4			III	
78	226	6	229	228	III	1)
78	075	8			III	
74	733	4			III	
73	234	4			III	
72	511	2				
72	112	6	112	112	III	
72	083	4			II	
70	694	2				
69	671	3			III	
69	356	3				
69	300	4				
68	928	2		—		
68	110	2				
67	518	7	518	518	III	2)
66	910	4		—	III	
66	650	2				
64	827	4			III	
63	107	4		—	III	
62	774	8	—	—		
62	029	5	029	030	III	
61	809	4				
61	788	5	783		III	
59	816	4			III	
57	864	2				
57	316	4			III	
56	882	5 d		—	I	
56	270	3		—		
55	736	8 u	—	—		2)
54	428	8	—	—	III	
54	082	4			III	
53	688	4		—	III	
53	290	4	—	—		2)
50	874	4	—	—		
50	145	6 R	—	—	II	
49	487	3	—	—		
49	324	7	325	325		2)
49	182	4	184	—		
47	558	2	—	—		
46	988	4	985	—	III	2)
46	486	7	486	486		
44	531	5	—	—	III	2)

	Burns Gitter		Müller Gitter	Mittelwert	Klasse	
	[158, 178, 163]		[251]			
2744	072	8	—	—	II	
43	566	4	—	—	III	
43	199	6	200	200		2)
42	408	6 R	—	—	II	
42	258	4	257	—	III	
42	021	4	—	—	III	
41	833	2	—	—		
39	551	9 u	552	551		2) 3)
38	19	1	—	—		
37	833	3	—			
37	648	2	—			
37	312	6 R	—	—	II	
36	970	4	973	—		
35	611	3	—	—		
35	480	8	478	479	III	
34	619	2	—	—		
34	271	4	—	—	III	
34	010	4	—	—	III	
33	580	9	578	—	II	
30	984	3	—	—	III	
30	740	4		—		
28	972	2	—	—		
28	902	3	—	—		
28	825	4	—	—	III	
28	026	4	—	—	III	
27	542	5	541	541		2)
27	389	3	—	—		
26	243	3	—	—		
26	064	4		—	III	
24	958	4		—	III	
24	892	3	—	—		
23	582	6 R	—	—	II	
20	910	7 R	907	909	II	
20	202	3	—	—		
19	426	4	—	—	III	
19	087	7 R	084	086	II	
18	445	4	—	—	III	
17	794	3	—	—	III	
17	875	2	—	—		
16	259	2	—	—		
16	226	3	—	—		
15	826	2	—	—	III	
14	875	4	—	—		
14	419	6	416	418		3)
14	067	2	—	—		

1) Fabry und Buisson: 2778.225.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.
3) Fabry und Buisson: 2739.550, 2714.419, 2679.065.

	Burns Gitter [158, 178, 168]		Müller Gitter [251]	Mittelwert	Klasse	
2711	848	3	—	—	III	
11	662	5	—	—	III	
11	469	2 u	—	—		[1])
10	552	4	—	—	III	
10	000	2 u	—	—		[1])
09	063	3	—	—		
08	580	4	—	—	IV	
07	456	2	—	—		
06	590	5	—	—	III	
06	07	1	—	—	IV	
06	020	3	—	—		
03	995	3	—	—		
02	455	2	—	—		
01	912	2	—	—		
2699	114	4	—	—	III	
97	028	3	—	—	III	
96	290	5 u	—	—		[1])
95	998	4 u	—	—		[1])
95	689	2	—	—		[1])
95	542	3 u	—	—		[1])
95	044	3	—	—	III	
94	544	4 u	—	—		[1])
92	842	2	—	—		
92	656	2	—	—		
92	612	3	—	—		
92	255	2	—	—		
90	074	3	—	—	III	
89	888	4	—	—	III	
89	421	1	—	—		
89	220	5	—	—	III	
84	868	2	—	—		
84	759	3	—	—		
84	078	2 u	—	—		[1])
83	948	1 u	—	—		[1])
82	218	2 u	—	—		[1])
81	591	4 u	—	—		[1])
80	460	3	—	—	III	
79	066	6	068	065		[2])
75	287	2 u	—	—		[1])
73	219	2	—	—	III	
69	498	4	—	—	IV	
67	918	2	—	—	III A	
66	970	3	—	—	III	
66	818	4	—	—	III A	
66	644	3	—	—		
66	405	3	—	—	III	
2664	670	3	—			
64	042	3 u	—			[1])
62	820	2 u		—		[1])
62	066	3		—	III	
61	317	2				[1])
61	200	2	—	—		
60	406	2			III	
56	798	2	—			
56	154	3			III	
51	718	3	—		III	
47	568	3	—	—	III	
45	481	2	—	—	III A	
44	008	4		—	III	
41	654	3	—	—	III	
38	489	3		—	III	
35	818	4	—	—	III	
34	782	2		—		[1])
32	604	2	—	—	III	
32	248	4	—	—	III	
31	617	2	—	—		
31	882	6		—		[3])
31	058	6	—	—		[3])
30	082	3	—	—		
29	600	5	—	—	III	
28	308	6	296	300		[2]) [1])
25	676	6	—	—		[3])
25	499	4	—	—		
23	544	4	—	—	III	
22	878	2	—	—	III	
21	677	6	671	674		
20	704	3	—	—		
20	419	3		—		
19	081	3	—	—		
18	719	3	—	—	III	
18	027	4	—	—	III	
17	627	6	619	624		[3])
15	429	2	—	—		
14	508	3	—	—	III	
13	885	3	—	—		
12	787	3	—	—	III	
11	885	3	—	—		[3])
11	066	2	—	—		
10	759	3	—	—	III	
09	238	2	—	—		
08	584	3 u	—	—		[1])
07	099	7	097	098		[3])

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.
2) Fabry und Buisson: 2679.065, 2628.296.
3) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

	Burns Gitter [158, 173, 163]		Müller Gitter [251]	Hamm [165]	Schumacher [223]		Mittelwert	Klasse	
2465	155	5	—					III	
62	652	6	650					II	
62	191	6						III	
57	602	6	597	—				II	
53	478	4	—					III	
47	717	4	711					II	
43	871	4	—				—		
42	574	4	575	577			575		
40	11	2	114	118					
39	746	4	746						
38	19	2	—	188			—	III	
13	813	6	809				811		1)
11	071	6	—				—		
10	528	6							
06	663	6	—						
04	888	6	885	—					
04	435	4	431						
2399	244	6	243	—					
95	628	8	—						2)
95	423	4	—	419			421		
89	979	4	—						
88	631	6					—		
84	39	2	390						
83	258	4	—	—					
83	06	2	—						
82	039	8	—	—			—	II	3)
81	85	2	—	—			—		
80	768	4	768	—			—		
79	276	4	278	275			276		
75	198	4	—	194			194		
73	788	6	741	—			787	II	1)
73	624	4	628	—					
72			—	—	62	2			
72			—	—	24	1 u			
71			—	—	44	4			
70			—	—	49	6			
69			—	458	47	2			
68			601	594	60	7		III	
66			—	591	59	5			
65			—	—	45	1 u			
64			838	829	82	8			
63			—	—	68	1			
62			—	—	70	2 u			
62			—	—	88	1 u			
62			—	—	06	8			
60			—	—	81	5 u			

	Müller Gitter [251]	Hamm [165]	Schumacher [223]		Klasse	
2359	—		97	4		
59			62	1 u		
59	111		12	6		
55			98	1		
54			80	6	II	
54			52	3		
53			70	2 u		
52			41	1		
51			22	4		
50			43	2		
49			84	2		
48			82	2		
48			32	5		
48	—	120	14	5		
45			82	2		
44			31	4		
43	—	—	97	3		
43	504	499	50	7		
42			28	1 u		
40			28	1 u		
39			54	2 U		
38	015	006	7.99	6		
36	—		14	1		
34	—		52	2		
33	—	—	38	1 u		
32	809	798	74	6		
31	—	805	29	7		
29	—		60	2		
29	—		87	1 u		
28	—	—	80	1 u		
27	—	—	96	1 u		
27	—	888	87	6		
21	—	—	32	2		
20	—	—	33	8	III	
19	—	—	94	2		
18	—	—	57	1		
18	—	—	19	2 u		
14	—	—	86	1 u		
14	—	—	40	1 u		
13	—	—	96	2		
13	—	—	60	2		
13	—	—	25	2		
13	—	—	07	5	III	
12	—	—	01	1 u		
10	—	—	95	8		
09	—	006	99	5	III	3)

1) Fabry und Buisson: 2413.810, 2373.787.
2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.
3) Hier liegt offenbar bei Schumacher ein Druckfehler vor.

	Hamm |165|	Schumacher |223|		Piña |208|		Klasse
2308		77	2 u			
06		41	8			
06		22	2			
04	—	74	3			
03		56	2			II
03		43	2			
02	—	06	1 u			
01	—	66	5			
00		50	1			
00		13	5			
2299	—	42	1	40	2	
99	—	22	4	29	5	III
98		06	2	72	4	
98		18	4	22	7	II
97	—	78	4	85	6	
96		95	4	98	5	
96		17	1 u	26	1	
95	—	53	1 u	64	1	
95	—	01	1	10	1	
94		—		69	5	
94		42	2	44	6	
92	—	79	1	—		
92		52	4	55	5	
91		60	2	63	4	
91	—	14	3	15	6	
90		99	1	—		
90		80	2 u	84	4	
90		54	2	63	5	
90	—	07	2	13	4	
89		00	4	08	6	
88	—	10	3	19	3	
87		64	3	70	5	
87	—	27	3	35	5	
86	—	63	1 u	50	2	
86	—	50	1	—		
84		06	5	21	4	
83	—	64	3	75	4	
83		30	2	42	4	
83		10	1	18	3	
82		81	1	90	3	
81	—	90	1	2.11	3	
81	—	65	1	—		
80	—	20	2	28	6	
79	—	01'	3	97	6	
79	—			20	1	
78	—	—		72	2	
77		67	4	73	5	
77	—	00	2	15	4	
75	—	98	3	6.04	5	
75	—	57	2	61	4	

	Hamm |165|	Schumacher |223|		Piña |208|		Klasse
2275		15	3	22	4	
74		04	4	13	5	
72		79	3	89	5	
72		57	1	67	3	
72		04	3	12	5	
71	—	76	3	82	4	
71	—	27?	2	25	1	
70	416	84	3	89	4	
70	—	29	1	6	1	
68		54	1	63	2	
68	—	—		25	2	
67	—	56	3	68	5	
67		48?	3	51	3	
67	—	08	2	17	5	
66	—	80	2	99	5	
66	340	81?	2	27	4	
65		99	2	6.11	2	
65		60	1	68	1	
65		37	1	13	5	
64		—		69	5	
64		40	5	41	5	
62		66	1	75	4	
62		—		2	1	
61		15	1	—		
60		82	3	92	6	
60		59	2	68?	4	
60		24	1	28	5	
60		08	3	10	5	
59		52	4	58	5	
59		27	1	34	4	
57		60	1	86	3	
56		73	1	94	2	
56		40	1	50	2	
55		83	4	91	7	
55		18	1	19	3	
55		05	2 u	—		
54		38	1	48	2	
54		—		2	1	
53		13	4	18	6	
51		84	3	92	6	
51		57	1	62	4	
50		94	2	98	4	
50		79	2	82	4	
50		28	2	26	4	
50		12	2	—		
49		47	1 u	—		
49		16	3	21	7	
48		85	3	90	6	
47		78	1	72	4	
47		46	1	—		

	Schumacher [223]		Piña [208]			Schumacher [223]		Piña [208]			Schumacher [223]		Piña [208]	
2245	64	3	60	6	2209	—		04	1	2274	08	1	29	2
45	50	1 u	—		08	73	2	—		73	62	1	8	2
45	12	1	—		08	—		44	3	73	14	2	31	3
44	—		70	1	07	97	2	8.06	3	72	88	1	3.12	2
43	88	1	—		07	02	2	12	4	72	51	3	70	4
41	83	1	91	3	06	—		56	1	72	07	2	28	3
41	—		47	2	06			16	2	71	20	4	88	5
40	61	4	68	5	05	—			1	70	48	2	67	3
40	—		37	1	04	04	1 u		1	69	88	2	0.09	3
38	99	1 u	9.09	2	03	40	1 u		1	69	00	1	4	1
38	25	2	—		01	09	2	09	3	68	34	1	49	3
37	81	2 u	88	2	00	69	3	68	5	68	00	2	17	3
37	—		59	2	00	34	3	30	6	67	—		97	1
36	71	1 u	75	1	2199	72	1	—		67	32	1 u	49	3
36	26	3	—		99	56	3	52	5	66	79	2 U	92	6
34	84	1	90	3	98	59	0	06	1	66	60	2 u	68	6
34	40	2	46	4	97	—		28	2	66	16	1 u	32	3
33	80	3	96	4	96	44	1	—		65	80	2 u	92	5
32	06	2	11	3	95	99	4	6.01	5	65	45	1 u	65	3
31	—		51	2	95	70	2	—		64	49	2	61	3
31	18	3	20	7	93	48	2	57	4	64	30	1 u	41	2
30	07?	2	10	4	93	38	2	46	4	63	78	2	96	3
29	08	2	15	6	92	75	1	87	2	63	81	3	45	4
28	84?	2	90	3	91	78	3 u	85	5	62	16	2	37	3
28	15	2	19	4	90	89	0	1.20	4	61	93	2	2.10	4
27	—		20	2	90	71	3	80	4	61	43	2	69	4
26	82	1	70	0	89	31	1 u	25	2	61	27	2	28	1
24	42	1	63	2	88	93	1 u	9.09	2	60	36	1	58	1
23	43	2	49	4	87	—		70	1	60	10	1	35	1
22	72	1	84	4	87	11	3	29	4	59	84	3	0.03	5
22	—		46	1	86	31	2	90	3	59	54	2	76	3
22	—		16	1	86	43	3	49	4	59	38	1	55	2
21	80	3	92	2	86	18	1 u	29	3	59	05	1	30	1
21	31	1	26	4	85	12	1 u		1	58	82	2	9.04	2
21	18	1	—		84	36	1	58	2	58	60	1	83	3
20	88	1	—		83	89	3	4.01	4	58	41	3 u	60	3
20	36	3	46	4	83	41	1	51	2	58	13	1 u	—	
19	84	2	98	3	82	35?	4		1	57	69	2	89	4
18	87	1	—		81	06	1 u	—		56	37	3	61	4
18	—		33	3	80	79	2	92	3	55	71	1 u	95	2
17	71	1 u	88	4	80	20	1	32	1	55	55	1 u	78	3
17	58	1 u	78	3	79	93	2	—		55	14	1 u	37	2
16	—		53	2	78	88	2	—		54	92	2	5.14	4
15	—		10	1	78	02	4 u	14	5	54	37	2	61	4
14	—		12	2	76	75	3	92	4	53	96	1	4.22	3
13	80	2	—		76	31	1	52	2	52	88	3	3.10	4
13	59	1	70	4	75	95	1	6.38	2	52	—		68	
11	17	2	27	3	75	71	1	94	2	52	10	1 u	32	4
10	68	2	74	4	75	89	2	56	4	51	81	1 u	99	1
09	—		15	2	74	96	2	99	1	51	72	1 u	—	

	Schumacher [223]		Piña [208]	
2151	65	2 u	75	5
50	90	2	1.16	4
50	50	1	06	3
50	08	2	26	3
49	56	0	—	
49	37	1	—	
49	06	1	19	2
48	44	1	57	3
48	30	1 u	50	3
47	67	2	84	4
46	93	2	7.14	3
46	65	2 u	88	4
46		–	37	1
45	92	0	6.10	1
45	77	0		
45	06	2	26	4
44	41	1	66	2
44	29	2	57	5
43	74	2	4.08	3
43	22	1 u	49	2
42	63	1 u	96	1
42	42	0	—	
41	97	1 u	2.	1
41	62	2	83	4
41	33	2 u	59	3
40	79	1	—	
39	85	1	0.06	3
39	58	2	78	5
38	00	1 u		0
37		—		0
36	11	1 u	23	2
36		—	04	4
35	41	1 u	53	3
35	07	0	19	2
33	22	1	45	2
31	90	2	2.08	4
30	87	3	1.04	4
30	33	1	51	2
30	26	0	34	2
27	78	1 u	91	2
26		—	28	1
24	91	1 u	5.07	3
23		—	12	1
21	84	0	2.18	1
19		—	32	1
17	36	1	—	
15	09	0	90	4
12	94	1 u	97	1
11		—	24	1
10	22	1 u	94	4

	Schuhmacher [223]		Piña [208]	
2100	—		91	2
09	8.93	1	01	4
08	—		35	2
08	—		21	3
07	—		19	1
06	42	0	48	4
06			37	4
04			43	1
04			06	1
03			16	3
03			06	3
02			43	4
00			88	4
00			29	2
2099			8	1
99			0	3
98			1	2
97			6	1
97			—	0
95			—	0
94			7	1
94			3	0
93			7	4
92			2	0
91			—	0
90			9	2
90			4	3
90			—	0
88			0	0
87			5	4
86			3	0
85			—	0
84			20	4
80			3	3
78			3	1
77			5	3
75			7	1
75			3	0
74			—	0
73			3	1
72			—	0
72			0	1
70			5	1
70			1	1
68			0	2
66			1	1
63			7	3
62			3	0
58			—	0
57			4	2

	Piña [208]	
2155	3	3
51	0	3
49	—	0
49	—	0
48	4	1
43	2	0
40	6	3
39	4	0
36	4	2
34	—	0
33	—	0
32	3	2
29	0	1
27	5	1
20	6	3
18	7	3
17	3	1
17	0	1
16	1	0
15	5	2
13	3	1
10	7	3
10	—	0
07	8	1
07	5	1
07	0	0
06	—	0
04	—	0
03	-	0
01	-	0
00	3	3
1999	—	0
98	7	1
97	—	0
96	—	0
95	—	0
94	—	1

Mc Lennan u. Lang [227]		Millikan, Bowen and Sawyer [250]		Millikan, Bowen and Sawyer [250]		Millikan, Bowen and Sawyer [250]		Millikan, Bowen and Sawyer [250]	
2027		1987.8	1	1615.4	0	1194.7?	0	823.4	1
1994		88.1	1	09.3	0	92.2	1	20.1	1
1975		64.5	1	01.5	5	86.4	2	16.7	1
1954		59.5	2	1597.7	2	82.5	1	13.7	2
1944		58.6	2	95.2	1	79.1	0	08.2?	2
1935		50.6	1	91.7	0	72.3	0	760.8?	2
1924		44.8	1	84.7	0	69.2	0	49.7?	0
1905		37.9	1	80.3	1	66.1	0	39.8	1
1885		31.0?	2	76.6	0	58.0	1	29.9	3
1863		26.4	2	68.6	1	53.4?	1	696.8	0
1835		22.6	1	63.6	0	43.4	2	94.0	1
1815		17.9	1	56.5	0	25.3	1	91.2	1
1799		14.2	3	42.5	2	17.9	1	80.2	0
1783		10.2	0	38.3	2	1089.4	0	69.9	4
1738		07.0	0	32.8	2	62.1	2	66.9	4
1728		01.1	0	25.5	2	31.8	4	63.8	0
1666		1895.6	4	1472.6	0	26.9	1	61.8?	2
1620		91.0	1	69.3	0	21.8	2	54.5	1
1598		81.9	2	65.4	1	17.6	6	46.4	1
1574		77.6	1	56.0	0	06.0	2	39.6	0
1529		70.8	2	49.2	0	00.8	1	36.0?	1
1520		60.0	1	40.7	1	997.8?	2	32.9	1
1485		50.0	1	30.6	2	94.0?	2	12.8	2
1470		43.9	2	15.2	1	88.8	3	09.1?	9
1458		27.6?	1	09.4	2	81.2	1	02.4	4
1443		1797.9	1	1387.8	2	71.5	0	598.1?	4
1427		92.8	0	76.8	1	67.0	1	94.2?	3
		87.5	1	73.9	2	62.4	2	90.9	0
		86.1	1	65.8	1	55.8	0	88.2	1
Millikan, Bowen and Sawyer [250]		75.9	0	62.0?	2	50.2	1	84.0	3
		70.2	1	56.1	1	44.4	0	80.2?	3
		46.9	0	48.9	0	37.7	0	77.3	1
		24.0	2	45.9	0	34.8	0	69.8	3
		18.8	2	21.1	1	29.2	3	65.7	3
2152.9	0	10.6	1	17.9	1	11.5	2	62.1	1
45.4	0	02.2	0	15.3	0	899.3?	0	58.8	1
08.2	0	1695.8	1	11.1	0	91.2	2	52.1	7
04.4	0	90.7	0	09.5	0	84.1	2	48.7?	7
2098.7	2	87.2	1	01.6	0	80.6	2	31.7	1
91.0	2	81.8	0	1297.1?	0	76.8	2	529.4	1
85.4	1	76.0	1	91.2	0	73.6	2	19.2	0
79.8	2	73.8	1	85.9	1	69.1	1	06.7	3
69.3	1	62.5	1.	77.5	1	63.2	3	02.4	3
58.0	1	58.8	0	72.2	2	59.9	4	445.5	1
51.1	0	56.7?	1	66.2	1	54.9	1	26.5	3
40.1	0	46.8	0	60.8	2	51.8	2	22.0	3
35.7	0	39.9	1	54.1	2	47.7	2	17.5	4
00.1	1	30.9	2	38.0	0	45.0	2	11.1	2
1995.0	1	26.8	1	28.9	2	41.1	1	07.2	2
92.1	1	22.2	1	12.5	1	37.8	1	00.8	3

Fabry und Buisson [127] zeigen, daß der Bogen in zwei verschiedenen Arten brennen kann; dann [127] beschäftigen sie sich mit dem Bogen unter vermindertem Druck. — Hagenbach[1]) bestimmt mittels der Methode der Isochromaten die Temperatur des Bogens, findet an der Anode 2585—2605°, an der Kathode 2430°. Eine Reihe weiterer Angaben, zugleich für die Intensität der Eisenlinien in verschiedenen Formen des Bogens finden sich bei King [262]. Man vergleiche auch Carter [259] und die zahlreichen Arbeiten über Intensitätsänderungen an den Polen, als letzte unter ihnen Merrill [263]. Über die enhanced lines ist die Literatur schon in Band V zusammengestellt. Hier sind unter [115, 116] nur zwei Arbeiten erwähnt, die als schon an anderer Stelle veröffentlicht in V genannt sind. Man vergl. auch die Untersuchungen von King über verstärkte Linien im elektrischen Ofen [154, 156, 232, 258], von denen weiterhin die Rede ist. Die Frage der verstärkten Linien und damit des Funkenspektrums ist bekanntlich im Zusammenhang mit Ionisationsfragen zu behandeln. Das Material für Eisen ist vorläufig noch dürftig.

Den Zeemaneffekt hat van Bilderbeek van Meurs [125] für den kurzwelligen Teil unter λ 4500 untersucht, während Graftdijk [134] die größeren Wellenlängen bearbeitete. Sehr zahlreiche Linien hat King [140] untersucht. Auch im elektrischen Widerstandsofen beobachtet King [236] natürlich mit sehr kleinen Feldern. In der Größe und Art der Aufspaltung zeigt sich kein Unterschied gegen den Funken. Der Ofen bildet eine Ergänzung zum Funken, insofern in letzterem die Linien niederer Temperatur, die »Flammenlinien«, schlecht erscheinen. So kann King den Effekt für etwa 20 Linien ermitteln, für welche er bisher nicht bekannt war. Mit dem Zeemaneffekt hat sich auch Becker [202] beschäftigt. Er meint, zweifellos mit Unrecht, daß in allen Fällen komplexen Effektes die Linie selbst komplex sei und sucht das an Fe und Ti zu bestätigen, scheint ausgedehnte Untersuchungen gemacht zu haben, gibt aber keinerlei Detail. Endlich gibt auch Lüttig [146] Zerlegungen für eine Reihe von Eisenlinien zwischen 5615 und 4260. Er benutzt Funken zwischen Elektroden aus einer unmagnetisierbaren Legierung von Ni und Fe.

King hat seine bereits in Band V erwähnten Untersuchungen mit dem elektrischen Ofen in mannigfacher Weise erweitert und auf Eisendampf ausgedehnt. Neben den astrophysikalischen Anwendungen, auf die hier nicht eingegangen werden kann, ergibt sich eine genauere Kenntnis der Umkehrungs- und Verbreiterungserscheinungen und eine Einteilung der Eisenlinien in Temperaturklassen, die anscheinend in engem Zusammenhang stehen mit den Ionisationsstufen Sahas u. Russels. Die Arbeiten Kings seien der Reihe nach angeführt. Zunächst [118] zeigt er, daß in einer Wasserstoffatmosphäre eine große Zahl von Eisenlinien auftreten, die fast alle stärkeren Linien umfassen und von King in zwei Klassen, I und II, als Linien niedriger Temperatur zusammengefaßt werden.

King vergleicht dann seine Resultate mit denen, die Watteville [73] in Flammen erhalten hat. King [132] erzeugt weiterhin im Ofen Druck bis zu

1) A. Hagenbach, Arch. sc. phys. et nat. (5) 1 p. 48—54 (1919).

9 Atm. durch eingepreßte Kohlensäure. Alle Linien verschieben sich nach Rot und werden verbreitert, aber in sehr verschiedenem Maße. Wie schon andere gefunden, kann man die Linien in Gruppen teilen, deren Verschiebung sich wie 1 : 2 : 4 verhält. Aber die Verschiebung ergibt sich im Ofen doppelt so groß, wie sie im offenen Bogen gefunden ist. Die Größe der Verschiebung scheint nicht mit der Wellenlänge zusammenzuhängen; freilich erstreckt sich die Untersuchung nur auf das Gebiet von λ 405 bis 445. In einer zweiten Abhandlung [139] wird der Druck bis 24 Atm. gesteigert und auch längere Wellen bis λ 545 werden gemessen. Die Resultate bleiben ziemlich unverändert: die Verschiebung wächst proportional dem Druck; sie scheint ziemlich unabhängig von der Wellenlänge, ist ungefähr doppelt so groß, wie im Bogen. Anwesenheit anderer Dämpfe (Ca, Na), Länge des Rohres, Temperatur üben keinen Einfluß. Es ist keine Beziehung zwischen Druckverschiebung und Zeemanaufspaltung vorhanden.

Dann führt King eine Neuerung in seinem Ofen ein: das Kohlerohr wird an einer Stelle ringförmig dünner gefeilt. Unter dem Einfluß starker Ströme brennt es dann hier plötzlich durch, und es bildet sich ein ringförmiger Bogen zwischen den beiden Hälften des Rohres. Dies nennt King Röhrenbogen (tube-arc). Es zeigt sich, daß ein solcher stark unsymmetrisch verbreiterte Linien gibt, wie die Funkenspektra, und die Verbreiterungen werden nun [156, 186] näher untersucht. Er findet, daß Unsymmetrie und Verbreiterung im allgemeinen gering sind bei den Linien seiner Klassen I und II, sehr stark bei denen von III und IV. Erstere Linien gehören gleichzeitig zu denen mit geringer Druckverschiebung (Gruppe a und b von Gale und Adams), letztere zu den Gruppen c, d, e. Die Gruppe e zeigt Druckverschiebung nach Violett und unsymmetrische Verbreiterung nach Violett. Trotz dieser Analogie soll keine Beziehung zwischen unsymmetrischer Verbreiterung und Druck vorhanden sein; denn die Dissymmetrie nehme nicht zu mit der Wellenlänge, wie die Druckverschiebung, und wenn man den Röhrenbogen unter abnehmenden Druck bringe, werde die Unsymmetrie immer größer. Mit wachsender Dampfdichte nehme die Unsymmetrie zu; trotzdem könne sie nicht durch die im Moment des Durchbrennens gesteigerte Dampfdichte hervorgerufen werden, da im gewöhnlichen elektrischen Ofen auch bei größter Dichte keine Unsymmetrie eintrete. King [154, 186] meint schließlich, die Unsymmetrie beruhe auf „density of high-speed electrons". — In dieser Arbeit werden vielfach Kurven für die Linien gegeben, die mit dem Kochschen registrierenden Photometer aufgenommen sind. Solche Kurven von Eisenlinien finden sich auch schon in einer früheren Arbeit [177]. Endlich untersucht King [207] die anomale Dispersion, die im Ofen durch Eisenlinien hervorgerufen wird. Daß es sich bei der Emission im Ofen um einen reinen Temperatureffekt handelt und daß der kleine Potentialgradient im Kohlerohr keine Rolle spielt, zeigt King in [232].

Es war schon von den Klassen die Rede, in welche King die Eisenbogenlinien geteilt hat. Auf diese sei nun näher eingegangen. King [157] heizt zunächst seinen Ofen mit verschieden starken Strömen, so daß er

Temperaturen von etwa 1850°, 2200° und 2600° erreicht. Dabei zeigt sich, daß das photographisch beobachtete Spektrum sich allmählich entwickelt: die Linien steigern ihre Intensität oder treten neu auf. Die schon bei der tiefsten Temperatur kräftig vorhandenen Linien rechnet er zur Klasse I; er unterscheidet hier noch IA, wenn die Linien bei höherer Temperatur nur noch wenig stärker oder gar schwächer werden und IB, wenn sie noch ziemlich stark wachsen. Die Klasse II bilden Linien, welche von der tiefsten Temperatur an sehr erheblich wachsen: in Klasse III sind Linien, die bei der tiefsten Temperatur ganz schwach sind, bei der höchsten kräftig werden. Endlich umfassen die Klassen IV und V Linien, die bei der tiefsten Temperatur noch ganz fehlen, bei der höchsten schon ziemlich kräftig oder noch ganz schwach sind. In der vorn abgedruckten Haupttabelle sind hinter den Linien die Klassen bezeichnet, zu welchen sie nach King gehören.

Diese Einordnung ist in neuerer Zeit von King [262] teilweise modifiziert und nach dem violetten Ende des Spektrums hin erweitert worden. Die Klassen I und II sind in Emission bereits wohlentwickelt bei 1600°, die Klasse III bei 2000° und die Klasse IV bei 2300°. Etwa 60 Linien verschiedener Klassen sind relativ schwach im Bogen. Sie sind mit IA, IIA usw. bezeichnet. Da die Ausdehnung des Emissionsspektrums sich nur soweit ins Ultraviolett erstreckt, wie die Emission eines schwarzen Körpers reicht, so hört die Möglichkeit einer Klassifizierung von Eisenlinien praktisch bei λ 3884 auf. King hilft sich hier, indem er die Absorption heranzieht und davon Gebrauch macht, daß die relativen Intensitäten der Linien in Absorption die gleichen sind wie in Emission. So gelingt es, etwa 900 weitere Linien zwischen 2298 und 3878 zu klassifizieren. Die Angaben der Haupttabelle folgen dieser letzten Arbeit von King. Dieser gibt außerdem noch eine Liste der Restlinien des Eisens im Bereiche λ 3745 bis λ 4482. Man vgl. hierzu auch [257] und [258], in denen King Umkehrungs- und Absorptionsversuche mit Eisendampf beschreibt, bei denen explodierende Drähte als kontinuierliche Lichtquelle dienen, ferner die Versuche von Anderson [267], der die Energieverteilung im Emissionsspektrum explodierender Drähte von Eisen untersucht und nachweist, daß eine 4 cm dicke Schicht von Eisendampf, die sich aus zerstäubtem Draht entwickelt, für Linien des Zinkspektrums völlig undurchsichtig ist. Anderson [237] untersucht auch die Zusammensetzung des Spektrums, das auftritt, wenn man eine Funkenstrecke und ein einige Zentimeter langes Stück dünnen Eisendraht (einige Hundertel Millimeter) in Reihe schaltet und eine starke Kondensatorentladung hindurchgehen läßt. Neben einem intensiven kontinuierlichen Spektrum, von dem schon die Rede war, und das auch von Gerlach wieder untersucht worden ist, treten die meisten stärkeren Eisenlinien bis weit ins Ultraviolett in Absorption auf. In [237] gibt Anderson eine Photographie dieses Spektrums.

In der Tabelle ist weiter vor den Wellenlängen die Gruppe und Klasse nach Gale und Adams [141] angegeben. Die Bedeutung ist schon früher besprochen; aber es ist auf die Untersuchung noch einzugehen. Die Messungen

sind bei einem Druck von 9 Atmosphären gemacht. Außer einer Unterscheidung in die vier Gruppen a, b, c, d, deren Verschiebungsgrößen sich etwa wie 1 : 1,5 : 3,4 : 6,6 verhielten, findet sich, daß innerhalb jeder Gruppe die Verschiebung von der Wellenlänge abhängt und zwar sich proportional der dritten Potenz derselben ändert. Dies Resultat, welches dem früher von King gefundenen widerstreitet, ist aus einem viel größeren Bereich gewonnen, da die Messungen sich von λ 6678 bis λ 3000 erstrecken; es stimmt auch dem Sinne nach mit älteren Angaben von Humphreys, Duffield, Rossi überein. Noch in einem anderen Punkt besteht ein Widerspruch gegen King. Gale und Adams meinen, daß in der Tat ein Zusammenhang zwischen der Größe der Druckverschiebung und der Zeemanaufspaltung vorhanden sei. Es ist schon früher bemerkt, daß St. John und Ware noch eine fünfte Gruppe e hinzufügen, deren Linien sich stark nach Violett verschieben, und daß Gale und Adams [161] das bestätigen.

Der Einfluß des elektrischen Feldes ist nur von Takamine [224] untersucht für Linien im Grün. Er ist sehr klein und beträgt nur Zehntel oder gar Hundertel einer A. E. für 30000 $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$. Es sind elf Linien gemessen, von welchen neun nach Violett verschoben werden, nur zwei nach Rot. Die ersteren gehören sämtlich zur Gruppe c. Natürlich schließt der Verf., wie schon vor ihm Stark und seine Schüler auf einen Zusammenhang zwischen Druckverschiebung, Poleffekt und elektrischem Effekt. Wenn er aber auch quantitative Beziehungen finden will, so muß man sagen, daß die wenigen und wenig genauen Zahlen dazu nicht ausreichen, abgesehen davon, daß Takamine selbst drei von den elf Linien als gar nicht passend bezeichnet.

Über die Restlinien liegen Angaben von Hartley und Moss [151] vor; mit drei Funken, deren jeder 0,000105 mg der negativen Elektrode verbrauchte, konnten sie noch drei Liniengruppen photographieren: (2758, 2749, 2747, 2746, 2743, 2739), (2628, 2625), (2599, 2598). Gramont [143] untersucht Legierungen. Mit Glasspektrograph könne man bei Gehalt von einem Zehntausendstel noch die Linien 4383, 4046, 3820, 3816, 3737, 3735, 3570, 3565 erhalten. Mit Quarzspektrograph seien 2395, 2382, die empfindlichsten, welche wohl ein Millionstel erkennen lassen. — In [234] bezeichnet de Gramont als Restlinien für okulare Beobachtungen 4404 u. 4383, für photographische Untersuchung 4045, 3820, 3737, 3734, 3570, 3565, für das Ultraviolett 2755, 2749, 2739, 2395, 2382. Pollok u. Leonard [117] geben Restlinien für den Funken, Pollok [147] für Salze, die in einer Quarzröhre verdampft werden. Hartley [188] findet in Funken in staubiger Atmosphäre das Paar 3735 als Restlinie.

Hemsalech [121] mißt die Leuchtdauer im Eisenfunken; er läßt dabei nur eine Schwingung zustande kommen, bläst den Funken auf die Seite und projiziert sein Bild auf den Spalt. Aus der Länge der Linie kann man dann die Leuchtdauer ermitteln. Sie ist für verschiedene Linien verschieden, liegt zwischen 40 und 210 Mikrosekunden, wächst mit der Kapazität. Im allgemeinen scheint sie proportional der Intensität der Linien zu sein, doch sind

Ausnahmen vorhanden. Hemsalech [153] bestimmt in ähnlicher Art die Geschwindigkeit, mit welcher die leuchtenden Teilchen von der Elektrode ausgesandt werden und findet für Eisen 27.2 $\frac{m}{sec}$. — Endlich untersucht Hemsalech 126] den Einfluß des Magnetfelds auf diese Erscheinung: die Linien werden dicht an den Polen heller, sonst schwächer, die Leuchtdauer nimmt ab.

Mehrere der im Literaturverzeichnis genannten Arbeiten beschäftigen sich mit dem Flammenspektrum; es kann nur ganz kurz auf diese Abhandlungen eingegangen werden. Eder u. Valenta [137] geben in ihrem Atlas sehr gute Aufnahmen des Flammen- und Funkenspektrums von Eisenchlorid, sowie des Bogen- und Funkenspektrums des Eisens. Lockyer [136, 204] vergleicht die Eisenspektra, die in Flammen und Bogen vorkommen, mit dem Eisenspektrum in verschiedenen Himmelskörpern. Er gibt eine Tabelle der in Knallgasflamme photographierten Linien, teilt sie in drei Klassen, je nachdem sie in der Flamme stärker (A), schwächer (B), oder ebenso stark (C) sind, wie im Bogen. Er vergleicht dann mit der Einteilung von King; natürlich entspricht seine Klasse A der I von King usw. Mehrere Abhandlungen von Hemsalech [120, 205, 209, 210, 214) verfolgen einen andern Zweck: er ist der Ansicht, daß von den Linien des ganzen Eisenspektrums ein Teil durch Temperatursteigerung allein hervorgerufen werde, ein anderer durch chemische Wirkungen bei hoher Temperatur, ein dritter durch elektrische Wirkungen (im Bogen und elektrischen Ofen). Auf diese Fragen kann hier nicht eingegangen werden, weil sie zu viel Detail erfordern. Aber erwähnt sei, daß auch Hemsalech [209] Listen von Linien gibt und sie in Klassen ordnet. Zur Klasse I rechnet er Linien, die im Flammenmantel erscheinen, intensiver werden in heißeren Flammen. Diese betrachtet er als durch Temperatur hervorgerufen; es sind natürlich im wesentlichen wieder die Linien der Klasse I von King. Die Klassen II und III sollen durch chemische Wirkung bedingt sein. — Dann konstruiert Hemsalech [214, 215] verschiedene Arten elektrischer Öfen. Er meint, in ihnen werde bei Temperaturen unter 2400° die Strahlung hervorgerufen durch Wärmewirkung, aber nicht auf den Metalldampf, sondern auf Verbindungen, die Erregung sei »thermo-chemical«. Über 2500° trete ein neues Spektrum auf, das aber seinen Ursprung elektrischer Wirkung verdanke, da jetzt der Dampf ionisiert und leitend sei; es soll also eine Art Glimmentladung im Rohr vorhanden sein. — Auf alle diese Dinge, die auch mehr durch Erscheinungen an anderen Elementen in weiteren Abhandlungen gestützt werden sollen, kann hier nicht eingegangen werden, ebenso wenig auf die Äußerungen Kings dagegen [220, 232]. Auch Mounier [239] macht Angaben über das Verhalten von Eisenlinien in Flammen.

Noch ein Punkt sei aus diesen Arbeiten erwähnt. Nachdem Hemsalech [209] seine Klassen herausgesucht und damit eine beschränkte Zahl von Linien gewonnen hat, will er versuchen, ob man nicht innerhalb der Linien einer Klasse Gesetzmäßigkeiten finden kann. Er bemerkt in der Tat mehrere Gruppen von Linien, die so liegen, als könnten sie Stücke von Serien bilden. Hemsalech

gibt eine ganze Anzahl solcher Gruppen aus den drei Klassen, aus je drei bis sechs Linien bestehend. In einer späteren Abhandlung [214] wird noch eine Gruppe hinzugefügt, andere werden korrigiert. Ich glaube nicht, daß man auf diesem Wege viel erreichen wird und begnüge mich, drei Gruppen nach [214] wiederzugeben.

4375.93	5012.07	5269.53
4427.31	5167.49	5328.06
4461.65	5270.36	5371.50
4482.27	5328.54	5397.12
4489.74	5341.03	5405.78

Auch Hagenbach [222, 274] glaubt Serien zu finden und zwar sehr viel vollständigere, sie zeigen die Eigentümlichkeit, daß je zwei gekoppelt sind, so daß die eine nach kurzen, die andere nach langen Wellen läuft. Die Serien sind folgende, wobei die Nummern von der Symmetriestelle aus gezählt sind:

n								
n = 1	5098.708	5171.001	5098.784	5198.717	3609.31	3697.48	3677.83	3585.99
2	5006.134 5005.720	5270.357 69.538	4994.134 98.828	5281.804 5341.031	47.84	3719.98	55.45	3709.84
3	4957.612 57.311	5328.539 28.044	01.326 4878.226	69.369 5415.189	31.46	37.13	38.29	27.09
4	20.521 19.000	5371.498 69.960	63.056 56.098	31.627 46.048	18.77	49.17	28.20	48.87
5	4891.510 90.770	5405.780 04.131		50.48 64.296	06.86	58.23	12.08	58.62
6	72.160 71.339	5429.701			05.47	63.80	06.68	60.52
7		45.048			02.46	67.19	03.20	65.54
8		56.017						
9		63.27						

Man wird die näheren Angaben abwarten müssen.

Auf einen dritten Versuch, Gesetzmäßigkeiten zu finden, sei nur kurz hingewiesen. Gehrcke [252] sucht auf Grund von Glaserschen Aufnahmen gewisse Gruppen von Eisenlinien heraus, die, ähnlich wie bei Hagenbach, gegen eine mittlere Wellenlänge symmetrisch liegen sollen, übrigens in der Skala der Wellenlängen gemessen werden, statt wie sonst die Regel, in Schwingungszahlen. Indes ist die Genauigkeit der Übereinstimmung so gering, daß die Existenz dieser Gruppen bezweifelt werden muß.

Ferner sei Paulson [181] genannt, der wie bei fast allen Elementen, so auch bei dem linienreichen Eisen sehr zahlreiche Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz gefunden hat. Diese Paare sollen wieder untereinander verknüpft sein. Wir geben diese Paare nicht an; solange nicht gezeigt wird, daß die Paare wirklich miteinander verknüpft sind, z. B. durch die Gesetze des Zeemaneffektes, Druckverschiebung, oder Zugehörigkeit zu gleichen Temperaturklassen, oder auf andere Weise, will ihre Auffindung in einem so linienreichen Spektrum sehr wenig besagen.

Endlich aber ist es Walters [275] gelungen, einen Zipfel des Schleiers zu lüften, und wir freuen uns, daß es noch möglich wird, während des Druckes seine Resultate einzuschalten. Er findet 20 Gruppen, Multiplets, wie sie neuerlings bei mehreren Elementen, z. B. Mn, Va, entdeckt wurden, welche gesetzmäßig

gebaut sind und bei der im allgemeinen sehr großen Genauigkeit der Messungen auch sehr genau übereinstimmende Schwingungsdifferenzen aufweisen.

Die Linien gehören — wie bei den anderen Elementen — namentlich zu den sich leicht selbst umkehrenden. Die Linien jeder Gruppe gehören im Großen zu der gleichen Klasse von King, und haben auch — soweit die Kenntnis reicht — im allgemeinen gleichen Zeemaneffekt. Genauere Untersuchungen werden das weiter aufklären müssen.

Als Beispiel sei das mit 2 bezeichnete Multiplet angeführt:

		D		D		D		D	
λ	3020.648		2983.571						
ν	33095.93	411.20	33507.13						
D	415.93		415.96						
λ	3059.090		3021.076		2994.434				
ν	32679.98	411.19	33091.17	294.37	33385.54	145.44	33531.00		
D			288.07		288.01		288.06		
λ			3047.608		3020.495		3007.284		3000.951
ν			32803.10	294.48	33097.58	145.44	33242.94	70.14	33313.08
D					184.10		184.16		184.12
λ					3037.392		3024.035		3017.630
ν					32913.43	145.35	33058.78	70.18	33128.96
D									89.95
λ									3025.846
ν									33039.01

Für die übrigen Multiplets genüge die Angabe der Wellenlängen:

1. 3824.444
56.373
59.913
78.573
86.287
95.659
99.711
3906.484
20.261
22.917
27.925
30.304

3. 5208.610
15.195
17.405
29.84
53.479
68.321
78.178
83.684
5302.315
24.196
39.949
5393.185

4. 3057.451
67.250
75.725
83.745
91.581
99.893
99.968
3100.305
00.668
16.632
25.663
34.109

5. 3355.517
56.882
59.496
96.336
3404.301
10.905
26.893
52.279

6. 3396.982
97.642
3401.523
17.265
26.994
42.676
46.966
73.497

7. 3466.501
83.012
3513.822
21.264
26.167
58.522
65.383
70.102

8. 3540.715
54.121
65.382
85.708
86.989
3608.860
18.769
31.464
47.845

9. 3687.458
3709.250
27.622
34.869
48.356
49.487
58.234
63.792
67.194
87.880
95.004
98.512
99.548
3887.136

10. 3812.966
20.430
25.886
34.227
40.443
50.820
65.526
72.506
76.044
3878.094
87.053
98.013
3917.185
40.885

11. 4989.689
94.133
5012.073
41.079
51.648
79.742
83.344
5107.454
23.727
27.364
42.934
50.845
51.916

12. 5269.588
5328.044
71.496
97.135
5405.780
5429.701
34.527
46.922
55.617
97.521
5501.471
06.785

13. 2501.14
10.843
18.11
22.86
27.44
29.143
29.83
35.613
40.97
45.987
49.616

14. 2719.037
20.910
23.582
37.312
42.408

2750.145	57.870	3719.938	5586.772	4202.032	4132.064
44.072	65.258	22.565	5602.965	50.791	43.874
56.332	70.107	33.319	15.663	71.764	20. 4229.752
72.112	73.137	37.135	24.563	4307.910	91.472
15. 2912.161	73.236	45.563	58.542	25.770	94.132
29.006	16. 3649.908	45.900	58.836	19. 3969.263	4337.052
36.903	79.915	48.264	5709.395	4005.250	67.910
41.343	83.058	17. 5569.631	12.150	45.822	83.548
47.876	3705.567	72.857	84.69	63.604	4404.752
53.943	07.828	76.106	18. 4447.675	71.748	15.127

In bezug auf das Linienspektrum des Eisens ist noch zu erwähnen, daß King und Carter [203] es erzeugen, indem sie Eisen im Vakuum konzentrierten Kathodenstrahlen aussetzen.

In [226] geben King und Carter eine Liste von Eisenlinien aus dem Bereiche 2472 bis 4528, die an einer Antikathode aus Eisen auftreten. Die ultravioletten Linien sind verhältnismäßig intensiv, am stärksten die Linien 3886, 3859, 3825, 3820, 3749, 3745, 3737, 3734, 3719, 3440, 3057, 3020, 2999, während andere sonst intensive Linien relativ schwach sind.

Robinson [192] bemerkt, daß in einem Geißlerrohr mit Eisenelektroden an der Kathode zahlreiche Eisenlinien sichtbar sind, namentlich wenn das Rohr mit Sauerstoff gefüllt ist.

Neuerdings untersucht Carter [240, 259] ähnlich wie Millikan den Funken zwischen Eisenelektroden im Vakuum und photographiert zwischen 4000 und 6000. Das Spektrum zeigt keine auffälligen Besonderheiten.

Im Gebiet der Röntgenstrahlen liegen neben den direkten bereits erwähnten Messungen Versuche von Kurth [243, 244] sowie Mohler und Foote [268] vor, auf indirektem Wege lange Wellen zu messen. Foote u. Mohler ordnen einige von Kurth gemessene Ionisationsspannungen den Serien M_1 u. M_2 zu. Endlich sei eine Arbeit von Bilham [183] erwähnt, der untersucht, ob die Messung einiger Eisenlinien durch nahe gelegene Cu-Linien beeinflußt wird, allein keinen Einfluß findet, und eine neuerliche Untersuchung von Bloch [260] über den Funken zwischen Eisenelektroden unter Wasser.

Bandenspektrum.

Während die Existenz dieses Bandenspektrums längst bekannt war, fehlte es doch völlig an einer Messung und an einer Aufklärung über den Ursprung. Donek [124] findet, daß der Bogen im Stickstoff keine Spur der Banden zeigt, während sie im Sauerstoff sehr stark werden — und eine gute reproduzierte Photographie beweist das eindeutig. Die Banden gehören also zum Eisenoxyd. Mit der Ausmessung der Banden kommt aber Donek auch nicht sehr weit, und ein Blick auf die Photographie zeigt, daß sie wirre Haufen von Linien bilden, aus welchen Kanten kaum hervortreten. Nach Donek sind namentlich zwei Banden vorhanden: die erste beginnt mit Kante 5789.74 und reicht bis zum Beginn der zweiten bei 6180.66. Diese scheint bis etwa 635 zu reichen. Aber schon vor der ersten

Bande sind Bandenlinien zu sehen — nach Hartley beginnen die Banden bei λ 320. — Donek mißt in dem ganzen Gebiet, so weit er kann, die einzelnen Linien oder Linienkomplexe, bezeichnet einige als Kanten, z. B. 5913.60, 6005.36, 6006.57, 6223.77 (dieses Band soll nach kurzen Wellen verlaufen), 6233.86, 6240.35, 6245.53. Es ist wohl alles sehr unsicher, außer vielleicht den beiden Hauptkanten, deren erste auch Dufour als Bandenkante angibt (Bd. V, p. 459).

Hertenstein [142] sieht die Banden in der Bogenflamme, beschreibt sie als »eine diffuse Bande zwischen den Wellenlängen 5590 und 6600 mit zwei Intensitätsmaxima bei 5915 und 6230.«

Eder u. Valenta [137] reproduzieren ein sehr gut ausgebildetes Flammenspektrum von Fe_2Cl_6 mit nach Rot abschattierten Kanten; bei 4400 findet sich eine anscheinend anders gebaute Bande, die möglicherweise Beziehung zum Metall hat.

Nachtrag zur Literatur.

Luft:

[50] J. J. Hopfield and L. W. Leifson, Wave-length standards in the extreme ultraviolet. Astrophys. J. 58 p. 59—64 (1923).

Nordlicht:

[107] Lord Rayleigh, Occurrence of the auroral line in the spectrum of the night sky. Nat. 107 p. 187 (1921), ib. 108 p. 208 (1921).

[108] L. Vegard, The determination of wave-length of the green line of the auroral spectrum. Geof. Publ. 2 p. 1—11 (1921).

[109] L. Vegard, Bemerkninger angaaende den grønne linje i nordlysspektret. Fysik. Tidsskr. 20 p. 128—129 (1922).

[110] Lord Rayleigh, A photographic spectrum of the aurora of May 13—15 (1921) and laboratory studies in connection with it. Proc. Roy. Soc. A. 101 p. 114—124 (1922).

[111] Lord Rayleigh, A study of the presence or absence of the nitrogen bands in the auroral spectrum. Proc. Roy. Soc. A. 101 p. 315—321 (1922).

[112] L. Vegard, The auroral spectrum and the upper limit of the atmosphere. Phil. Mag. (6) 46 p. 193—211 (1923).

[113] L. Vegard, Sur le spectre de l'aurore boréale et les couches supérieures de l'atmosphère. C. R. 176 p. 947—950 (1923).

114 Lord Rayleigh, Further observations on the spectrum of the night sky. Proc. Roy. Soc. A. 103 p. 45—53 (1923).

[115] H. Babcock, A study of the green auroral line by interference method. Astrophys. J. 57 p. 209—221 (1923). (λ = 5577.350).

Argon:

[87a] E. Böttcher, Der Effekt des elektrischen Feldes im Spektrum des Argons und Sauerstoffs. Dissert. Greifswald 1919.

[98] W. F. Meggers, Interference measurements of the spectra of argon, krypton and neon. Bull. Bur. Stand. 17 p. 193—202 (1921). Sc. Pap. 414.

[101] W. F. Meggers, Standard wave-lengths and constant frequency differences in spectra of inert gases. Phys. Rev. (2) 18 p. 160—161 (1921).

[102] E. Schramm, Die Anregung der Lichtemission durch den Stoß schneller Elektronen. Dissert. Greifswald 1921.

[103] R. Seeliger, Über die Lichtemission der Glimmentladung. Ann. d. Phys. (4) 67 p. 352—358 (1922). — Zs. f. Phys. 5 p. 182—187 (1921). — Ib. 7 p. 93—96 (1921).

[104] J. Steubing, Die Spektra von Argon, Jod und Stickstoff im elektrischen Felde. Phys. Zs. 23 p. 427—432 (1922).

[105] P. Zeeman and H. W. J. Dik, A connection between the spectra of ionised potassium and argon. Proc. Amsterd. 25 p. 67—80 (1922).

[106] F. Horton and A. C. Davies, A spectroscopic investigation of the ionization of argon by electron collisions. Proc. Roy. Soc. A. 102 p. 131—151 (1922).

[107] P. Zeeman und H. W. J. Dik, Weitere Beobachtungen über eine Beziehung zwischen den Spektren des ionisierten Kaliums und des Argons. Ann. d. Phys. (4) 71 p. 199—206 (1923).

108] W. M. Hicks, Notes on the radiation and ionization potentials of rare gases and on the singlet and enhanced series of argon. Phil. Mag. (6) 45 p. 480—498 1923.

Silber:

127] J. C. McLennan, J. F. Young and H. C. Ireton, Arc spectra in vacuo and spark spectra in helium of various elements. Proc. Roy. Soc. A. 98 p. 95—108 (1920).

128] F. M. Walters, Wave-length measurements in arc spectra photographed in the yellow, red and infra-red. Bull. Bur. Stand. 17 p. 162—177 (1921). Sc. Pap. 411.

[129] O. R. Overn, An absolute scale of X-ray wave-lengths. Phys. Rev. (2) 18 p. 339—349 (1921).

130] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles dans l'eau. C. R. 174 p. 1456—1457 (1922).

[131] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. J. de phys. et le Radium (6) 2 p. 229—257 (1921).

[132] A. Campetti et il Corsi, Sugli spettri di scintilla mediante la fiamma. N. Cim. (6) 24 p. 117—127 (1922).

[133] D. Coster, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. Phil. Mag. (6) 43 p. 1070—1107 (1922). — Ib. (6) 44 p. 546—578 (1922).

134] A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. C. R. 175 p. 1025—1030 (1922).

135] T. Royds, The effect on wave-length in arc spectra of introducing various substances into the arc. Kodaik. Bull. 73 p. 53—61 (1923).

Aluminium:

[152a] T. Royds, The different character of spectrum lines belonging to the same series. Kodaikan. Bull. 43 p. 109—112 (1914).

153a] A. de Gramont, Spectres d'arc direct des métaux très fusibles. C. R. 170 p. 31—33 (1920).

156] J. C. McLennan, J. F. Young and H. J. C. Ireton, Arc spectra in vacuo and spark spectra in helium of various elements. Proc. Roy. Soc. A. 98 p. 95—108 (1920).

[157] C. Ramsauer und F. Wolf, Leuchtdauer der Spektrallinien im erlöschenden Bogen. Ann. d. Phys. (4) 66 p. 373—396 (1921).

[158] R. Seeliger und D. Thaer, Die Bogen- und Funkenspektra der Alkalien, Erdalkalien und Erden. Ann. d. Phys. (4) 65 p. 423—448 (1921).

[159] A. Hörnle, Über Zentren und räumliche Verteilung der Lichtemission der Metalle, besonders im elektrischen Bogen. Jahrb. Radioact. 18 p. 297—326 (1921).

[160] E. H. Kurth, The extension of the X-ray spectrum to the ultraviolet. Phys. Rev. (2) 18 p. 461—476 (1921).

[161] E. H. Kurth, Soft X-rays of characteristic type. Phys. Rev. (2) 17 p. 528—529 (1921).

[162] A. de Gramont et G. A. Hemsalech, Sur les conditions d'émission des raies d'étincelle. C. R. 173 p. 278—284 (1921).

[163] A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. C. R. 175 p. 1025—1030 (1922).

[164] C. L. Glaser, Über das Spektrum des Berylliums und eine bemerkenswerte Beziehung desselben zu dem Aluminium. Ann. d. Phys. (4) 68 p. 73—88 (1922).

[165] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelles dans l'eau. J. d. phys. et le Radium (6) 3 p. 309—325 (1922). — C. R. 174 p. 1456—1457 (1922).

[166] G. D. Shallenberger, Two new lines in the aluminium spectrum and their possible series relations. Phys. Rev. (2) 19 p. 398—399 (1922).

[167] F. Fues, Die Verwandtschaft des Bogenspektrums von Natrium mit dem ersten Funkenspektrum von Magnesium und dem zweiten Funkenspektrum von Aluminium. Zs. f. Phys. 13 p. 211—221 (1923).

[168] St. Procopiu, Sur l'aspect des raies de flamme, d'arc et d'étincelle dans les spectre d'arc des métaux, dans levide. C. R. 176 p. 504—507 (1923).

[169] F. Paschen, Über die Schwingungsdifferenzen der Linien der Dubletts. Naturw. 11 p. 434—435 (1923).

170) F. Paschen, Das Funkenspektrum des Aluminium. Ann. d. Phys. (4) 71 p. 142—161 (1923). — Ib. (4) 71 p. 537—561 (1923).

171) R. A. Sawyer and A. L. Becker, The explosion spectra of the alcaline earth metals. Astrophys. J. 57 p. 98—103 (1923).

172) J. Carrol, Note on the series spectra of the aluminium sub-group. Proc. Roy. Soc. A. 103 p. 334—338 (1923).

Arsen:

53) L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. J. de phys. et le Radium (6) 2 p. 229—257 (1921).

54) A. Dauvillier, Contribution à l'étude de le structure des éléments de nombre atomique moyen. C. R. 173 p. 1458—1461 (1921).

Gold:

83) L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. J. de phys. et le Radium (6) 2 p. 229—257 (1921).

84) D. Coster, Le principe de combinaison et la loi de Stokes dans les séries des rayons X. C. R. 172 p. 1176—1178 (1921). Phys. Rev. (2) 19 p. 20—23 (1922).

85) A. Dauvillier, Contribution à l'étude de la structure électronique des atomes lourds et de leurs lignes spectrales. C. R. 173 p. 647—649 (1921).

86) A. Dauvillier, Contribution à l'étude de la structure des éléments de nombre atomique moyen. C. R. 173 p. 1458—1460 (1921).

87) W. Duane and R. A. Patterson, Note on X-ray spectra. Proc. Nat. Acad. 8 p. 85—90 (1922). Phys. Rev. 19 p. 542—545 (1922).

88) F. M. Walters, Wave-length measurements in arc spectra photographed in the yellow, red and infra-red. Bull. Bur. Stand. 17 p. 162—177 (1921). Sc. Pap. 411.

89) A. Dauvillier, Nouvelles recherches sur les spectres des rayons Röntgen. J. de phys. et le Rad. 3 p. 6—36 (1922).

90) A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. C. R. 175 p. 1025—1030 (1922).

91) E. Hjalmar, Recherches sur la série des rayons X. C. R. 175 p. 878—880 (1922).

92) V. Thorsen, Seriendarstellung des Gold-Bogenspektrums. Naturw. 11 p. 500—501 (1923).

Bor:

47) A. de Gramont, Sur la recherche spectrale du Bor. Bull. Soc. Franç. de Minéral. (1921).

48) A. Ll. Hughes, Characteristic X-rays from boron and carbon. Phil. Mag (6) 43 p. 145—161 (1922). Trans. Roy. Soc. Can. (3) 15 p. 1—6 (1921).

49) A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. C. R. 175 p. 1025—1030 (1922).

50) J. Holtsmark, Über die charakteristische Röntgenstrahlung von Kohle und Bor. Phys. Zs. 23 p. 252—255 (1922).

51) J. Holtsmark, Über die charakteristische Röntgenstrahlung der ersten Elemente. Phys. Zs. 24 p. 225—230 (1923).

Baryum:

157) R. Goetze, Liniengruppen und innere Quanten. Ann. d. Phys. (4) 66 p. 285—292 (1921).

158) A. Hörnle, Über Zentren und räumliche Verteilung der Lichtemission der Metalle, besonders im elektrischen Bogen. Jahrb. Radioact. 18 p. 297—326 (1921).

159) A. Dauvillier, Nouvelles recherches sur les spectres de rayons Röntgen. J. de phys. et le Rad. 3 p. 6—36 (1922).

160) A. Dauvillier, Sur la mesure précise des niveaux d'énergie de l'atome de baryum et sur l'apparition du spectre L d'ionisation. C. R. 174 p. 1543—1546 (1922).

[161] **A. Campetti e A. Corsi**, Sugli spettri di scintilla mediante la fiamma. N. Cim. (6) **24** p. 117—127 (1922).

[162] **D. Coster**, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. Phil. Mag. (4) **43** p. 1070—1107 (1922).

[163] **P. D. Foote and F. L. Mohler**, The significance of the ½ terms in spectral series formulae. J. Opt. Soc. **6** p. 54—56 (1922).

[164] **E. Back**, Zur Kenntnis des Zeeman-Effektes. Ann. d. Phys. (4) **70** p. 333—372 (1923).

[165] **R. A. Sawyer and H. L. Becker**, The explosion spectra of the alcaline earth metals. Astroph. J. **57** p. 98—113 (1923).

[166] **G. Wentzel**, Bemerkungen über Serienspektren, an deren Emission mehr als ein Elektron beteiligt ist. Phys. Zs. **24** p. 104—109 (1923).

Beryllium:

[85] **S. Datta**, The spectrum of beryllium fluoride. Proc. Roy. Soc. A. **101** p. 187 bis 194 (1922).

[86] **C. L. Glaser**, Über das Spektrum des Berylliums und eine bemerkenswerte Beziehung desselben zu dem Aluminium. Ann d. Phys. (4) **68** p. 73—88 (1922).

[87] **A. de Gramont**, Raies ultimes et séries spectrales. C. R. **175** p. 1025—1030 (1922).

[88] **E. Back**, Zur Kenntnis des Zeemaneffektes. Ann. d. Phys. (4) **70** p. 333—372 (1923).

[89] **J. Holtsmark**, Über die charakteristische Röntgenstrahlung der ersten Elemente. Phys. Zs. **24** p. 225—230 (1923).

Wismut:

[96a] **A. de Gramont**, Spectres d'arc direkt des métaux très fusibles. C. R. **170** p. 31—34 (1920).

[96b] **J. C. McLennan, J. F. Young and H. J. C. Ireton**, Arc spectra in vacuo and spark spectra in helium of various elements. Proc. Roy. Soc. A. **98** p. 95—109 (1920).

[102] **L. et E. Bloch**, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. J. de phys. et le Rad. (6) **2** p. 229—257 (1921).

[103] **D. Coster**, Le principe de combinaison et la loi de Stokes dans les séries des rayons X. C. R. **172** p. 1176—1178 (1921). Phys. Rev. **119** p. 20—23 (1921).

[104] **A. de Gramont et G. A. Hemsalech**, Sur les conditions d'émission des raies d'étincelle. C. R. **173** p. 278—284 (1921).

[105] **E. Hjalmar**, Recherches sur les séries des rayons X. C. R. **175** p. 878—880 (1922).

[106] **H. Nagaoka and Y. Sugiura**, The structure of the bismuth lines. Proc. Math. Phys. Soc. Japan (3) **4** p. 13 (1922). J. Jap. Phys. **1** p. 18 (1922).

[107] **L. et E. Bloch**, Spectres d'étincelle dans l'eau. J. d. phys. et le Rad. (6) **3** p. 309—325 (1922). — C. R. **174** p. 1456—1457 (1922).

[108] **V. Dolejsek**, Über die N-Serie der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. **10** p. 129 bis 136 (1922).

[109] **W. Duane and R. A. Patterson**, Note on X-ray spectra. Proc. Nat. Acad **8** p. 85—90 (1922). — Phys. Rev. **19** p. 542—543 (1922).

Brom:

[89] **M. Kimura**, The spectrum of bromine. Mem. Kyoto **4** p. 127—149 (1920).

[90] **O. B. Overn**, An absolute scale of X-ray wave lengths. Phys. Rev. (2) **18** p. 350—355 (1921).

[91] **J. J. Dobbie and J. J. Fox**, The absorption of light by elements in a state of vapour. Proc. Roy. Soc. A. **99** p. 456—461 (1921).

[92] **E. C. Kemble**, The infra-red absorption spectra of diatomic gases and their ionization potentials. Phys. Rev. (2) **14** p. 394—395 (1922).

(93) A. L. Narayan and D. Gunnayya, Emission and absorption of halogens in the visible and ultra-violet regions. Phil. Mag. (6) 45 p. 827—831 (1923).

(94) Sh. Datta, The effect of a probable electric field on the bands of nitrogen. Astroph. J. 57 p. 114—120 (1923).

(95) K. Vogt und J. Königsberger, Beobachtungen über Absorption in Joddampf und anderen Dämpfen. Zs. f. Physik 13 p. 292—311 (1923).

(96) F. Haber, Anregung von Gasspektren durch chemische Reaktionen. Berl. Ber. 1922. Naturw. 11 p. 94 (1923).

(97) F. Haber und W. Zisch, Anregung von Gasspektren durch chemische Reaktionen. Zs. für Phys. 9 p. 302—326 (1922).

Kohlenstoff:

(277a) R. A. Millikan, The extension of the ultraviolet spectrum. Astrophys. J. 52 p. 47—64 (1920).

(278) L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. J. de phys. et le Rad. (6) 2 p. 229—257 (1921).

(279) R. T. Birge, The effect of temperature on the 3883 CN band. Phys. Rev. (2) 18 p. 319—321 (1921).

(280) E. Gehrcke und E. C. Glaser, Über die Feinstruktur der Bandenspektren. Ann. d. Phys. (4) 65 p. 605—609 (1921).

(281) E. Hulthén, Sur les combinaisons dans les spectres de bandes. C. R. 173 p. 524—526 (1921). Zs. für Phys. 11 p. 284—293 (1922).

(282) A. Kratzer, Die Termdarstellung der Cyanbanden. Phys. Zs. 22 p. 552—555 (1921).

(283) E. H. Kurth, The extension of the X-ray spectrum to the ultraviolet. Phys. Rev. (2) 18 p. 461—476 (1921).

(284) E. H. Kurth, Soft X-rays of characteristic type. Phys. Rev. (2) 17 p. 528—529 (1921).

(285) J. C. McLennan and P. A. Petrie, On the spectra of helium, hydrogen and carbon in the extreme ultraviolet. Trans. Roy. Soc. Canada (3) 15 p. 15—25 (1921).

(286) F. L. Mohler and P. D. Foote, Characteristic soft x-rays from arcs in gases and vapors. Bull. Bur. Stand. 17 p. 471—496 (1922). Sc. Pap. 425. J. opt. Soc. 5 p. 328—334 (1921).

(287) O. W. Richardson and C. B. Bazzoni, The excitation of soft characteristic X-rays. Phil. Mag. (6) 42 p. 1015—1019 (1921).

(288) R. T. Birge, The quantum theory of band spectra ... Astroph. J. 55 p. 273 bis 290 (1922).

(289) A. Kratzer, Störungen und Kombinationsprinzip im System der violetten Cyanbanden. Ber. Bay. Acad. 1922 p. 107—118.

(290) E. F. Barker, Carbon dioxyde absorption in the near infra-red. Astroph. J. 55 p. 391—398 (1922). Phys. Rev. (2) 19 p. 242 (1922).

(291) L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles dans l'eau. C. R. 174 p. 1456—1457 (1922).

(292) M. Duffieux, Sur la masse des particules qui émettent le spectre de l'oxyde de carbone. C. R. 175 p. 159—161 (1922).

(293) J. Holtsmark, Über die charakteristische Röntgenstrahlung von Kohle und Bor. Phys. Zs. 23 p. 252—255 (1922).

(294) A. Ll. Hughes, Characteristic X-rays from boron and carbon. Phil. Mag. (6) 43 p. 145—161 (1922).

(295) R. Fortrat, Sur la bande 3872 du spectre de Swan, sa modification par le champ magnétique. Ann. d. phys. (9) 19 p. 81—92 (1923).

(297) A. Kratzer, Die Gesetzmäßigkeiten der Bandensysteme. Ann. d. Phys. (4) 67 p. 127—153 (1922).

(298) J. C. McLennan, Note on vacuum grating spectroscopy. Proc. Roy. Soc. A. 98 p. 114—123 (1922).

[299] J. Ôkubo, On the structure of the second cyanogen band. Sc. Rep. Tôhoku Univ. 11 p. 55—86 (1922).

[300] T. R. Merton and R. C. Johnson, On spectra associated with carbon. Proc. Roy. Soc. A. 103 p. 383—396 (1923).

[301] E. Hulthén, Über das Bandenspektrum des Kohlenoxyds. Ann. d. Phys. (4) 71 p. 19—40 (1923).

[302] E. Hulthén, Über die Kombinationsbeziehungen unter den Bandenspektren. Lund 1923.

[303] F. Simeon, The carbon arc spectrum in the extreme ultraviolet. Proc. Roy. Soc. A. 104 p. 368—375 (1923).

[304] J. Holtsmark, Über die charakteristische Röntgenstrahlung der ersten Elemente. Phys. Zs. 24 p. 225—230 (1923).

[305] M. Schwan, Bau des Cyanspektrums. Dissert. Bonn 1923.

[306] Lord Rayleigh, Spectrum of active nitrogen as affected by admixture of moist gases with a note on the origin of the cyanogen spectrum. Proc. Roy. Soc. A. 102 p. 453—460 (1923).

[307] R. A. Sawyer and A. L. Becker, The explosion spectra of the alcaline earth metals. Astroph. J. 57 p. 98—118 (1923).

Calcium:

[185a] T. Royds, An investigation of the displacement of unsymmetrical lines under different conditions in the electric arc. Kodaik. Bull. No. 40 p. 83—93 (1914).

[204a] T. Royds, The cause of the so called pole-effect in the electric arc. Kodaik. Bull. No. 54 p. 194—196 (1916).

[217a] M. Ritter, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes. Die Druckverschiebung und die Verbreiterung von Serienlinien. Dissert. Greifswald 1919.

[239] E. Carter, Character of the spectra produced by high potential sparks in a vacuum. Phys. Rev. (2) 17 p. 436 (1921).

[240] H. G. Gale and A. F. Miller, Pressure shift in a calcium arc. Phys. Rev. (2) 17 p. 428—429 (1921).

[241] A. de Gramont, Raies ultimes et series spectrales. C. R. 175 p. 1025—1030 (1922).

[242] A. Hörnle, Über Zentren und räumliche Verteilung der Lichtemission der Metalle, besonders im elektrischen Bogen. Jahrb. Radioact. 19 p. 297—326 (1921).

[243] R. A. Sawyer and A. L. Becker, On the exploded wire spectrum of calcium. Phys. Rev. (2) 18 p. 164 (1921).

[244] R. Seeliger und D. Thaer, Die Bogen- und Funkenspektra der Alkalien, Erdalkalien und Erden. Ann. d. Phys. (4) 65 p. 423—448 (1921).

[245] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelles dans l'eau. J. de phys. et le Rad. (6) 3 p. 309—325 (1922). — C. R. 174 p. 1456—1457 (1922).

[246] A. Campetti e A. Corsi, Sugli spettri di scintilla mediante la fiamma. N. Cim. (6) 24 p. 117—127 (1922).

[247] E. Carter, The vacuum spark spectra of the metals. Astroph. J. 55 p. 162—166 (1922).

[248] V. Dolejsek, Sur les lignes K_α des éléments legers. C. R. 174 p. 441—442 (1922).

[249] P. D. Foote and E. L. Mohler, The significance of the ½ terms in spectral series formulae. J. opt. Soc. 6 p. 54—56 (1922).

[249a] M. Siegbahn und V. Dolejsek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren II. Zs. für Phys. 10 p. 159—168 (1922).

[250] R. A. Sawyer and A. L. Becker, The explosion spectra of the alcaline earth metals. Astroph. J. 57 p. 98—118 (1923).

[251] G. Wentzel, Bemerkungen über Serienspektren, an deren Emission mehr als ein Elektron beteiligt ist. Physik. Zs. 24 p. 104—109 (1923).

[252] T. Royds, The effect on wave-length in arc spectra of introducing various substances into the arc. Kodaik. Bull. 78 p. 58—61 (1923).

253) J. B. Moore, Excitation stages in the open arc light spectra. Astroph. J. 58 p. 56—113 (1923).

Cadmium:

213a) A. de Gramont, Spectres d'arc direct des métaux très fusibles. C. R. 170 p. 31—36 (1920).

225a) W. F. Meggers and K. Burns, Notes on standard wave-lengths. Bull. Bur. Stand. 18 p. 185—199 (1922). Sc. Pap. 441.

229) L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'eau. J. de phys. et le Rad. (6) 3 p. 309—325 (1922); C. R. 174 p. 1456—1457 (1922).

230) A. Campetti e A. Corsi, Sugli spettri di scintilla mediante la fiamme. N. Cim. (6) 24 p. 117—127 (1922).

231) E. Carter, The vacuum spark spectra of the metals. Astroph. J. 35 p. 162—175 (1922).

232) D. Coster, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. Phil. Mag. (6) 43 p. 1070—1107 (1922). Ib. (6) 44 p. 546—573 (1922).

233) A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. C. R. 175 p. 1025—1030 (1922).

234) G. A. Hemsalech et A. de Gramont, Observations and experiments on the occurrence of spark lines (enhanced lines) in the arc. Part. II. Phil. Mag. (6) 43 p. 834—871 (1922).

235) E. Hulthén et E. Bengtsson, Recherches sur les spectres de bande du cadmium. C. R. 175 p. 423—426 (1922); Zs. f. Phys. 11 p. 284—293 (1922).

236) J. Steph. van der Lingen, Die elektrodenlose Entladung des Quecksilberdampfes und des Cadmiumdampfes. Zs. für Phys. 8 p. 145—151 (1922).

237) W. F. Meggers, 1921 report of committee on standard wave-lengths. J. opt. Soc. 6 p. 135—139 (1922).

238) L. Janicki und E. Lau, Über den Einfluß metallischer Oberflächen auf die Spektren von Hg, Cd, He u. O. Ann. d. Phys. (4) 71 p. 562—567 (1923).

239) A. Kratzer, Die Feinstruktur einer Klasse von Bandenspektren. Ann. d. Phys. (4) 71 p. 72—103 (1923).

240) E. Hulthén, Über die Kombinationsbeziehungen unter den Bandenspektren. Lund 1923.

241) E. Back, Zur Kenntnis des Zeemaneffektes. Ann. d. Phys. (4) 70 p. 333—378 (1923).

242) A. Kratzer, Über das Kombinationsprinzip und eine Klasse von Banden. Zs. für Phys. 13 p. 82—84 (1923).

243) St. Procopiu, Sur l'aspect des raies de flamme, d'arc et d'étincelle dans les spectres d'arc des métaux, dans le vide. C. R. 176 p. 504—507 (1923).

244) A. Pérard, Étude de quelques radiations du neon en vue de leur application à la métrologie. C. R. 176 p. 375—377 (1923).

Cer:

42a) C. C. Kiess, B. S. Hopkins and H. C. Kremers, Wave-lengths longer than 5500 A in the arc spectra of yttrium, lanthanum and cerium etc. Bull. Bur. Stand 17 p. 315—351 (1921). Sc. Pap. 421.

46) D. Coster, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. Phil. Mag. (6) 44 p. 546—573 (1922).

Chlor:

108a) M. Kimura and M. Fukuda, Studies of the spectrum of chlorine. Mem. Coll. Kyoto 4 p. 155—161 (1920).

111a) F. L. Mohler and C. D. Foote, Characteristic soft X-rays from arcs in gases and vapors. Bull. Bur. Stand. 17 p. 471—496 (1922). Sc. Pap. 425. J. opt. Soc. 5 p. 328—334 (1921).

[112a] A. L. Narayana and D. Gunnayya, Emission and absorption of halogens in the visible and ultraviolet regions. Phil. Mag. (6) 45 p. 827—831 (1921).

[115] E. von Angerer, Spektroskopische Messung der Elektronenaffinität von Chlor. Zs. f. Phys. 11 p. 167—169 (1922).

[116] H. von Halban und K. Siedentopf, Die Lichtabsorption von Chlor. Zs. phys. Chem. 103 p. 71—90 (1922).

[117] E. C. Kemble, The infra-red absorption spectra of diatomic gases and their ionization potentials. Phys. Rev. (2) 19 p. 394—395 (1922).

[118] M. Siegbahn und V. Dolejsek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. II. Zs. für Phys. 10 p. 159—168 (1922).

[119] J. B. Spence and C. Holley, The infra-red absorption of hydrogen chloride in the region 3. 5 μ and at 200° C. J. opt. Soc. 7 p. 169—175 (1923). Phys. Rev. (2) 19 p. 397—398 (1922).

[120] J. M. Ellis, The absorption spectrum of chloroform in the near infra-red. Phys. Rev. (2) 19 p. 546 (1922).

[121] F. Paschen, Die Funkenspektren des Al. II. Teil. Ann. d. Phys. (4) 71 p. 537 bis 561 (1923).

[122] E. von Angerer, Versuche zur Erzeugung der Funkenspektren von Lithium. Zs. für Phys. 18 p. 113—119 (1923).

[123] W. Jevons, The line spectrum of chlorine in the ultraviolet. Proc. Roy. Soc. A. 103 p. 193—204 (1923).

[124] W. F. Colby, C. F. Meyer and D. W. Bronk, An extension of the fundamental infra-red absorption band of hydrogen chloride. Astroph. J. 57 p. 7—20 (1923).

[125] J. J. Dobbie and J. J. Fox, The absorption of light by elements in a state of vapour. Proc. Roy. Soc. A. 99 p. 456—461 (1923).

[126] F. Haber, Anregung von Gasspektren durch chemische Reaktionen. Berl. Ber 1922, Naturw. 11 p. 94 (1923). — Zs. f. Phys. 9 p. 302—326 (1923).

[127] R. A. Sawyer and A. L. Becker, The explosion spectra of alkaline earth metals. Astroph. J. 57 p. 98—113 (1923).

Cobalt:

[104] P. W. Merrill, The behavior of spectral lines at the positive pole of the metallic arc. Astroph. J. 56 p. 475—482 (1922). Mt. Wilson Contr. 258.

Chrom:

[96a] A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. C. R. 175 p. 1025—1030 (1922).

[100] O. C. Kiess and H. Knudson, Series regularities in the arc spectrum of chromium. Science 51 p. 666 (1922).

[101] M. Siegbahn und V. Dolejsek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. II. Zs. für Phys. 10 p. 159—168 (1922).

[102] H. Gieseler, Serienzusammenhänge im Bogenspektrum des Chrom. Ann. d. Phys. (4) 69 p. 147—160 (1922).

[103] A. Sommerfeld, Über die Deutung verwickelter Spektren nach der Methode der inneren Quantenzahlen. Ann. d. Phys. (4) 70 p. 32—62 (1923).

[104] G. Wentzel, Bemerkungen über Serienspektren, an deren Emission mehr als ein Elektron beteiligt ist. Physik. Zs. 24 k. 104—109 (1923).

[105] M. A. Catalán, Estructura del espectro del átomo neutro del cromo. An. Soc. Españ. 21 p. 84—125 (1923).

[106] M. A. Catalán, Sur la structure des spectres d'arc du molybdène, du sélénium et du chrome. C. R. 176 p. 247—248 (1923).

Caesium:

[142] D. Coster, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. Phil. Mag. (4) 43 p. 1070—1107 (1922).

142) H. B. Dorgelo, Die Intensität der Mehrfachlinien. Zs. für Phys. 13 p. 206—210 (1923).

143) D. Coster, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. Phil. Mag. (6) 44 p. 546—573 (1922).

144) L. Dunoyer, Recherches sur la luminescence des gaz dans la décharge sans électrodes. J. de phys. et le Rad. (6) 3 p. 261—292 (1922).

145) A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. C. R. 175 p. 1025—1030 (1922).

146) F. H. Newman, The visibility of individual spectra. Phil. Mag. (6) 45 p. 293—299 (1923).

148) L. Dunoyer, Spectres d'induction et spectre d'étincelle. C. R. 176 p. 950—953 (1923).

149) F. H. Newman, Relative visibility of spectra when an electric discharge is passed through the vapours of alcali amalgams. Phil. Mag. (6) 45 p. 181—189 (1923).

Celtium:

2) A. Dauvillier, Sur les séries L du lutétium, de l'ytterbium et sur l'identification du celtium avec l'élément de nombre atomique 72. C. R. 174 p. 1347—1349 (1922).
3) H. M. Hansen and S. Werner, On Urbains celtium lines. Nat. 111 p. 461 (1923).
4) H. M. Hansen and S. Werner, The optical spectrum of Hafnium. Nat. 111 p. 322 (1923).

5) G. Urbain, Sur le celtium, élément de numéro atomique 72. C. R. 176 p. 469—470 (1923).

6) D. Coster and G. Hevesy, On celtium and Hafnium. Nat. 111 p. 462—463 (1923).
7) A. Dauvillier, Sur le spectre de haute fréquence du celtium. C. R. 176 p. 676—679 (1923).

Kupfer:

153a) T. Royds, An investigation of the displacement of unsymmetrical lines under different conditions in the electric arc. Kodaik. Bull. 40 p. 81—93 (1914).
210) A. Campetti e A. Corsi, Sugli spettri di scintilla mediante la fiamma. N. Cim. (6) 24 p. 117—127 (1922).
211) L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'eau. J. de phys. et le Rad. (6) 3 p. 309—325 (1922).

212) A. Dauvillier, Analyse de la structure électronique des éléments. J. de phys. et le Rad. (6) 3 p. 221—251 (1922).
213) Sisir K. Mitra, Détermination des étalons spectroscopiques dans la région des petites longueurs d'onde. Thèse, Faculté de Paris 1923.
214) E. Hark, Zur Kenntnis des Zeemaneffektes. Ann. d. Phys. (4) 70 p. 353—372 (1923).

215) M. Siegbahn und A. Žáček, Über die relative Intensität der K-Linien in Röntgenspektren. Ann. d. Phys. (4) 71 p. 187—198 (1923).

Dysprosium:

32) C. C. Kiess, Wave-length measurements in the arc spectra of gadolinium and dysprosium. Bull. Bur. Stand 18 p. 695—706 (1923).

Fluor:

21) H. G. Gale, The spectrum of fluorine. Phys. Rev. (2) 19 p. 580 (1922).

Eisen:

182a) J. Evershed and T. Royds, On the displacement of the spectrum lines at the suns limb. Kodaik. Bull. No. 39 p. 71—81 (1914).

[182b] A. N. Ayyar, On the displacement at the suns limb of lines sensitive to pressure and density. Kodaik. Bull. No. 44 p. 113—116 (1914).

[182c] T. Royds, An investigation of the displacement of unsymmetrical lines under different conditions in the electric arc. Kodaik. Bull. No. 40 p. 81—93 (1914).

[185a] J. Evershed and N. Ayyar, The displacement of the enhanced lines of iron at the centre of the suns disc. Kodaik. Bull. No. 46 p. 125—127 (1915).

[268a] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelles dans l'eau. J. de phys. et le Rad. 6 3 p. 309—325 (1922).

[276] H. Nagaoka and T. Mishima, A combination of a concave grating with... Astroph. J. 57 p. 92—97 (1923).

[277] M. Siegbahn u. A. Žáček, Über die relative Intensität der K-Linien in Röntgenspektren. Ann. d. Phys. (4) 71 p. 187—198 (1923).

[278] H. Nagaoka and Y. Sugiura, Easy method of observing the Stark effect. Nat. 111 p. 481 (1923).

Allgemein:

W. M. Hicks, A treatise on the analysis of spectra. Cambridge 1922. 326 pp.

A. Fowler, Report on series in line spectra. London 1922 184 pp.

F. Paschen und R. Götze, Seriengesetze der Linienspektren. Berlin 1922, 154 pp.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.